Die Fundamentalgesetze

an den

Erscheinungen der Wärme

empirisch begründet,

und deren Bedeutung,

nach dynamisch-mathematischen Ansichten im Geiste hervorgerufen, ohne Annahme eines Wärmestoffes.

Erster Nachtrag

zu dem Werke

Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur

vom

Grafen Georg von Buquoy.

Leipzig
bei Breitkopf und Härtel
1819.

Vorerinnerung.

Dem Werke: Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur ..... vom Grafen Georg v. Buquoy, Leipzig 1817 bei Breitkopf und Härtel, werden von Zeit zu Zeit Nachträge folgen, bei welchen die Seitenzahlen jenes Werkes fortlaufen werden. Diese Nachträge sollen vorzüglich Erläuterungen einzelner kurz gefaßter Sätze in dem erwähnten Werke, so wie einzuschiebende Sätze und Berichtigungen enthalten, welche die Fortschritte der Wissenschaft nothwendig machen.

Dieser erste Nachtrag enthält zugleich eine Anzeige der Druckfehler in den Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.

Einleitung.

Die hier vorzutragende Abhandlung, welche sich, nicht als Fortsetzung, sondern als vollendetere Entwickelung eines vorläufig nur kurz berührten Gegenstandes, an ein bereits erschienenes Werk anschließen soll, ist in dem Geiste dieses Werkes verfaßt, und hat daher nicht so sehr eine practische, als vielmehr eine philosophische rein wissenschaftliche Tendenz. Es wird nämlich hier nach der unbefangenen und sinnigen Interpretation jener Fundamentalgesetze gestrebt, welche wir per Inductionem aus den vielfältig angestellten, von mehrern Seiten her übereinstimmenden, und daher factisch erwiesenen Erscheinungen der Wärme, auszusprechen befugt sind. Ich sage Interpretation nicht Erklärung, und das zwar aus folgendem *zweyfachen* Grunde, den ich in dem oben genannten Werke an mehrern Stellen als Basis meiner Ansichten über das Naturstudium, theils offen, theils stillschweigend, ausgedrückt habe:

1) Das Interpretiren oder Auslegen des Geistes der aus den Erscheinungen abstrahirten Gesetze, welches, wo es die Natur des Gegenstandes gestattet, das Erklären schon selbst mit sich herbeyführt; dieß Interpretiren ist es eigentlich, wornach ein unbefangenes, mit all' seinen Fähigkeiten des Sinnes und Geistes in die Natur blickendes, und von da aus zu dem dieselbe belebenden Geiste empor sich erhebendes, noch unverdorbenes ächtes Menschengemüth, ohne alle Nebenrücksicht auf bürgerliche Verhältnisse, strebt. Und wenn in unserer Zeit, vorzüglich außerhalb Teutschland, diesem Sitze eines helldenkenden gemüthvollen Geschlechtes, jenes Streben nach dem klaren und lebendigen Ausdrucke einer begeisterten Naturanschauung, in einen in sich erstarrten leblosen magern Abriß von Erklärungs- und Berechnungs-Formeln ausgeartet ist, so kömmt dieß daher, daß wir, durch die Last positiver bürgerlicher Verhältnisse niedergebeugt, des freien urmenschlichen Emporschwingens unfähig, uns nicht mehr einer begeisterten Naturanschauung hingeben; sondern, daß wir die Kräfte der Natur beinahe blos mehr als ein uns für bürgerliche Endzwecke, Fabrikation und Spekulation dargebotenes Magazin betrachten, zu dessen

gewinnvoller Benutzung es wesentlich darauf ankomme, die ungeheure Menge der uns hier zu Gebote stehenden Schätze unter Tabellen und Namenregister zu bringen, so wie die Handlungsweise der hier mit ins Spiel kommenden Kräfte, durch bequeme Formeln und Regeln, auszudrücken*). Und in dieser Hinsicht leiste die materielle Ansicht der Natur, nach der Methode der Atomistiker, vortreffliche Dienste; theils durch das bequeme Schema von Regeln und Formeln, das sich auf eine handwerksmäßige Weise leicht aus derselben entwickeln läßt; theils dadurch, daß durch diese handgreifliche Methode unser Geist alles höhern übersinnlichen Aufschwunges immer mehr und mehr unfähig wird, und wir daher von unserm ursprünglichen Menschenadel allmählig Dasjenige ablegen, was sich außerdem in uns gegen eine so inhumane, bloß durch Schulpedanterei gutgeheißene Naturanschauung empören müßte.

---

*) Wie sehr der bürgerliche Zustand, die innere Verfassung, die Staatsverwaltung, und andere politische Umstände auf die Philosophie, welche nur als das Eigenthum des reinen, von allen übrigen Verhältnissen freien Menschen als denkenden und empfindenden Wesens betrachtet seyn sollte, influenziren; dieß zeigt sich, zum großen Nachtheile für ein ungehemmtes Fortschreiten der Philosophie, aus deren Geschichte. Daher es dem ächten Forscher nach Wahrheit, es sey nun über Naturlehre oder Metaphysik oder irgend einen Zweig des menschlichen Forschens, höchst wichtig ist, ehe er sich dem einen oder dem andern Systeme hingibt, die Periode der jedesmaligen Systembildung sammt ihren auf die Wissenschaft einwirkenden Umständen, wohl zu würdigen, und vorzüglich gegen solche Systeme behutsam zu seyn, die sich in Zeiten bildeten, wo mancherlei Nebenrücksichten die reine Quelle der Forschung trüben konnten. So müssen wir z. B. gegen die zu der Zeit der französischen Enzyclopädisten aufgestellten Systeme, wenn gleich in denselben durch Mathematik und sorgfältig angestellte Versuche manches herrliche Resultat zu Tage gefördert ward, sehr mißtrauisch seyn, da in jenen Systemen ein beinahe ruchloses Streben, alle Religiosität, ja selbst den Glauben an Gott und Unsterblichkeit zu untergraben, mit oft teuflischen Farben hervorleuchtet, wodurch allen Ansichten eine plumpe Materialität ertheilt wird, und aller Scharfsinn, alle Finesse und Subtilität des Geistes sich beinahe nur mehr im Kalkül äußern, bei einem übrigens gänzlich erloschenen Gefühle für alles wahrhaft Schöne und den Geist nach dem Unendlichen hin Erhebende; wodurch das Studium der Natur eine demselben wahrlich nicht entsprechende höchst prosaische Form erhält. Ueber den Einfluß der äußern Umstände auf den Gang der Philosophie sagt unter andern Tennemann in seiner Geschichte der Philosophie von den Griechen. Die Erscheinung und die Lehrart der Sophisten war durch die Veränderung der politischen Verhältnisse, der Sitten, und durch den Zustand der Philosophie der damaligen Zeit vorbereitet und herbeigeführt. Mehrere Ursachen mußten mitwirken, um eine so vielseitige Erscheinung hervorzubringen. Die vergrößerte Gewalt des Volks vermehrte den Einfluß der Redekunst. Jetzt wurde die Kunst der Uiberredung von mehrern bearbeitet und in Regeln gebracht. Jeder Bürger in den griechischen Freistaaten war durch die Großthaten der Griechen in dem Persischen Kriege zu einem höhern Selbstgefühl gekommen; er wünschte jetzt auch in der Lenkung der innern und auswärtigen Staatsangelegenheiten sein Ansehn zu vermehren. Aber durch nichts in der Welt konnte er sich einen größern politischen Wirkungskreis verschaffen, als durch die Beredsamkeit. Es durften sich nur Menschen finden, welche sich in den Besitz dieser großen Kunst setzten, und sie konnten sich gewiß die günstigste Aufnahme und die dankbarste Belohnung versprechen. Auch war das Beispiel des Perikles dazu aufmunternd, u. s. w.

2) Das Erklären wird stets ein eitler Wahn bleiben, ob wir gleich manche Auslegungen der Erscheinungen besitzen, die den Schein einer Erklärung annehmen, aber in dem Grade weniger der Forderung einer eigentlichen Erklärung Genüge leisten, so wie wir von den allerunterſten einfachſten Erscheinungen der sich uns leblos manifestirenden Materie zu jenen höhern Erscheinungen uns erheben, in denen sich ein Analogon von Leben, von Spontaneität ausspricht. Streben wir daher einseitig, oder auch nur vorherrschend nach Erklärung, nach den Begriffen, nach Gründen der kalten Vernunft, so streben wir, wenn wir das Gesammtbild der Natur unsern Untersuchungen unterwerfen wollen, nach einem Phantome; und wollen wir nur dem Reellen, dem Erreichbaren nachgehen, so müssen wir bei unserer Sucht nach Erklären und Begreifen, uns blos dahin beschränken, die insipiden Gesetze der Bewegung am Leblosen zu betrachten; denn was haben wir auch nach unserm, Jahrtausende lang fortgesetzten Grübeln, außerhalb des Gebietes der Mechanik auf eine befriedigende Weise erklärt?

Nein! das Erklären und Begreifen der Naturgesetze aus Gründen, die außerhalb des Naturgesetzes selbst liegen sollen, sey nicht unser unmittelbarer Endzweck, sondern möge nur da dankbar, aber mit großer Vorsicht gegen süße Selbsttäuschung, mit aufgenommen werden, wo es mit der Interpretation der Naturgesetze, nach der wir unmittelbar streben, ungezwungen herbeigeführt wird.

Wer nun noch fragen möchte: Wozu dieß Streben nach einer Interpretation der Naturgesetze, welche im Allgemeinen doch nicht so sehr auf ein klares Erfassen, als auf ein mehr zu fühlendes dunkles Ahnen ohne helles Bewußtseyn des demselben zum Grunde liegenden, hinaus führen kann, da sich ja daraus doch keine Anwendung in der (sogenannten) wirklichen Welt machen läßt? dem ließe sich zwar darthun, wie sehr die teutsche Naturphilosophie durch jenes Streben z. B. auf ein tieferes Eindringen in das Wesen der Physiologie, und hiedurch der Heilkunde beigetragen habe; allein, ohne mich hier in eine so weitläuftige Auseinandersetzung einzulassen, die ohnedieß nur dem Eingeweihten verständlich wäre, welcher solch eine Frage nicht anstellt, begnüge ich mich, jene Frage durch folgende Gegenfragen zu erwiedern (bloß den hier behandelten Gegenstand und nicht etwa anmaßend mich hier betrachtend, wo die Namen gefeyerter Helden der Kunst angeführt werden): Wozu ein Laokoon, eine mediceische Venus, ein Apoll von Belvedere? wozu die unsterblichen Werke eines Raphael, Rubens? wozu eine Odyssee, Messiade? wozu die Werke eines Haydn, Mozart? u. s. w. — Wer mir diese Fragen beantwortet, dem will ich es einleuchtend machen, warum wir dem uns himmelan erhebenden Gefühle folgen sollen, das uns auffordert, aus den Erscheinungen den Geist, der sie belebt, zu entziffern, und wenigstens ahnend zu deuten, was wir zu fassen unfähig sind.

Den Weg zu einer ächten, vorurtheilsfreien, unbefangenen, mit unserm ganzen denkenden und empfindenden Wesen, der ganzen Fülle unserer Empfänglichkeit nach, aufgefaßten, aus dem Accorde unsers Wesens mit der Außenwelt in reinster Harmonie erzeugten intellectuellen Naturanschauung; — die Methode, wie wir dynamisch nachweisen mögen, was wir somatisch wahrnehmen, die Ideen aussprechen, die uns durch die Hieroglyphen der Erscheinungen hingeschrieben sind, dasjenige wenigstens ahnend zu deuten, das, sich unsers ganzen Wesens bemächtigend, uns ein klares Erfassen gestatten kann; — die Bahn nach diesem erhabenen Ziele, und wie auf derselben zu wandeln sey; — die Mittheilung einiger durch Verfolgen derselben selbst gewagter Blicke in die Mysterien der Natur; — dieß war es, was ich in dem oben erwähnten Werke (Skizzen . . . .) mit unverdorbenem Sinne und ächtem Wahrheitsgefühle, wenn zwar mit schwachen Fähigkeiten ausgerüstet, anzudeuten mich bemühte.

Möge es mir gelungen seyn, in dem gegenwärtigen Vortrage, wo ich einen einzelnen Zweig aus der Naturansicht überhaupt zur innigern Erforschung aushebe, zu zeigen, daß ich in der Kunst, die Natur zu interpretiren, genugsam fortgeschritten sey, um zu der Hoffnung zu berechtigen: Was in des Menschen Busen so mächtig herrscht, sey nicht ein eitles S t r e b e n nur, ohne Hoffnung demselben folgen zu dürfen, das, gleich einem versengenden Feuer, gewaltsam unterdrückt werden müsse.

Ich wählte hier, zu einer weiter verfolgten Interpretation, die Fundamentalgesetze an den Erscheinungen der Wärme, ein Gegenstand, den ich in den S k i z z e n nur aphoristisch und nur als zu dem Ganzen der Erscheinungen gehörig, abhandelte. Ich habe hier den Gegenstand in demselben Geiste verfolgt, mit der vorzüglichen Rücksicht, die Erscheinungen der Wärme auf eine mehr d y n a m i s c h e als a t o m i s t i s c h e Weise zu interpretiren, wodurch die Fiktion eines sogenannten Wärmestoffs gänzlich hinwegfällt, und die Wärmeerscheinungen sich an die Erscheinungen der lebenden Natur sowohl, als an jene der Bewegung unbelebter Körper, sehr ungezwungen anreihen; wodurch es daher (wie überhaupt bei einer weniger materiellen atomistischen Ansicht der Natur) möglich wird, eine Menge auffallender Analogieen zu entdecken, die sich theils an den untergeordnetsten Erscheinungen der Bewegung, theils an den höhern Erscheinungen des vegetativen und animalen Lebens, ja selbst an dem höchsten Ausdrucke des Naturlebens, an dem Walten unseres Geistes, auf die überraschendste Weise abspiegeln. Zugleich war ich bemüht, mich bei meinen Forschungen des Kalkuls (so viel dieß ohne Lähmung der Phantasie geschehen konnte) zu bedienen; eine äußerst schwierige Aufgabe, sobald man den vom Atomistiker vorgezeichneten Weg verläßt. Denn der Ansatz der Rechnung muß dann in jedem Falle eigends erfunden werden; statt daß bei atomistischer Betrachtung des Gegenstandes, der Rechnungsansatz sein ein für allemal angenommenes Schema besitzt, durch welchen, die

Bequemlichkeit begünstigenden Umstand, die atomistische Physik wohl manchen Anhänger und warmen Vertheidiger erhalten haben mag. — Ich strebte dahin, die Beziehungen zu entdecken, welche zwischen den Erscheinungen am Calorifiziren und den Erscheinungen des Mechanismus (der Mechanismus als Action betrachtet S. 4 und S. 81 der Skizzen ....) bestehen mögen, da uns hiedurch ein klarer Blick in das geheimnißvolle Walten des Calorifizirens wenigstens vergleichungsweise mit jener Action (dem Mechanismus) gestattet ist, welche unter allen Actionen der Natur unsere Forschungen mit den befriedigendsten Resultaten belohnt; denn welcher Theil unseres Philosophierens über Natur gewährt uns wohl jene klare Ansicht, der selbst der Stempel geometrischer Evidenz aufgedrückt ist, wie die Mechanik, vorzüglich seitdem ein Newton, ein Laplace u. a. große Geister der neuern Zeit, die analytische Dynamik zu einem für sich bestehenden, von aller Empirie unabhängigen Systeme von bewundernswerther Consequenz, genialem Scharfsinne und erhabener Tiefe geschaffen haben? — Wenn wir aber dahin zielten, den Geist der analytischen Dynamik auf die Theorie der Wärmeerscheinungen, auf die Interpretation der Gesetze des Calorifizirens zu übertragen; so waren wir weit entfernt, die in der Physik leider so übliche Methode nachzuahmen, nemlich alle zu interpretirenden Erscheinungen stets nur als Resultate von Bewegungen zu betrachten, wornach in der Wärmetheorie, entweder ein eigener sogenannter Wärmestoff, oder gewisse Vibrationen, Schwingungen, u. dgl. an dem die Wärmeerscheinungen ausübenden Körper, fingirt werden müssen. Nein! wir wollten nicht die Bewegung, nicht die Manifestation des Mechanismus, auf die Wärmeerscheinungen, auf die Manifestationen des Calorifizirens, übertragen, sondern wir wollten bei Betrachtung dieser letztern den Geist der Betrachtungen an den Erscheinungen des Mechanismus übertragen, jenen Geist tiefer unbefangener Forschung, von welchem Newtons analytische Dynamik durchdrungen ist.

So sehr es getadelt werden muß, wenn in die Wissenschaft ohne Noth neue Ausdrücke und Benennungen eingeführt werden, indem hierdurch das wissenschaftliche Fortschreiten unnützerweise erschwert wird, und zugleich manchem Schriftsteller ohne alle Originalität, die Mittel dargeboten sind, durch neue Worte den Anstrich von Eigenthümlichkeit anzunehmen, und so einen falschen Schimmer um sich her zu verbreiten; eben so sehr muß es demjenigen, der sich in der Wissenschaft neue Bahnen eröffnet, der das bisher auf eine bestimmte Weise Betrachtete ganz neuen Gesichtspunkten unterwirft, gestattet seyn, in seinem Vortrage jene Ausdrücke zu gebrauchen, welche, wenn gleich neu, dennoch dem Gegenstande angemessener als die allgemein gebrauchten Ausdrücke sind. Außerdem wäre dem originellen Selbstdenker eine höchst nachtheilige Schranke gesetzt, denn er muß eben so frei und ungefesselt sich ausdrücken dürfen, als die Gedanken und Empfindungen mit lebendiger Spontaneität sich an einander reihen, und ein schönes, individuelle für sich da

stehendes Ganze, bilden. — Dieß zu meiner Entschuldigung, wenn ich in der folgenden Abhandlung, ohne Nachtheil für Klarheit und Lebendigkeit meiner Ideen, es nicht vermeiden konnte, manchen neuen Ausdruck, so wie ihn mir die Idee selbst vorschrieb, einzuführen, wobei ich jedoch mit möglichstem Fleiße die eigentliche Bedeutung solcher Ausdrücke entwickelte, und wo es möglich war, dieselben mit den gebräuchlichen Ausdrücken in Parallele setzte. Der Hauptgrund aber, warum ich mich genöthigt fand, neue Ausdrücke einzuführen, liegt darin, daß ich bei meiner angenommenen Methode, die unbefangen aufgefaßten Erscheinungen zu interpretiren, sorgfältig alle Ausdrücke vermeiden mußte, denen schon stillschweigend eine Hypothese zum Grunde liegt, da der in solchen Ausdrücken ausgesprochne Satz nicht mehr die Sprache des unbefangenen Beobachters ist, sondern desjenigen, der die Erscheinung nicht so sieht, wie sie sich ihm darstellt, sondern wie er sie sich, nach irgend einer angenommenen fixen Idee, vorstellt. Und leider ist unsere Naturlehre voll solcher Ausdrücke, wie ich dieß an mehrern Orten (Skizzen ..... §. 25. §. 40. 41.) gelegenheitlich und beyspielweise gezeigt habe.

Die Fundamentalgesetze

an den

Erscheinungen der Wärme

empirisch begründet,

und deren Bedeutung

nach dynamisch-mathematischen Ansichten im Geiste hervorgerufen, ohne Annahme eines Wärmestoffes.

(Als weitere Entwickelung der vorgetragenen Ansichten Seite 190 bis Seite 206 in den Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.)

Wenn wir die Erscheinungen der Wärme an einem Körper a wahrnehmen, wenn dieser einen gewissen Grad von Wärme ausübt, so wollen wir uns des Ausdruckes bedienen, der Körper a calorifizire bis auf diesen oder jenen Grad. Das Calorifiziren des Körpers a äußert sich zu gleicher Zeit auf mancherlei Weise, und zwar: erstens durch ein bestimmtes räumliches Erscheinen an seiner eigenen Masse, welches sich zuweilen blos dahin beschränkt, im Ganzen ein Volum von bestimmter Größe einzunehmen, zuweilen aber auch dahin ausdehnt, nicht bloß ein bestimmtes Volum einzunehmen, sondern die ganze Masse als aus abgesonderten Theilen zusammengesetzt darzustellen, welche Theile gewisse Volumina einnehmen, an denen nicht bloß die Größe, sondern zugleich die geometrische Figur bestimmt sind *). Zweitens, durch die Fähigkeit des Körpers a, an einem andern gegebenen Körper b (wenn beide Körper unter einander in calorifizirende Wechselwirkung versetzt werden), eine bestimmte Veränderung in dessen räumlichem Erscheinen hervorzubringen. Drittens, durch die Fähigkeit, die vitale Action im Körper b, wenn dieser ein organischer ist, zu modifiziren. Viertens, durch die Fähigkeit, ein eigenthümliches Gefühl im Wesen b (von Hitze, ein Brennen, ...) zu erregen, wenn b ein solches Wesen ist, das einer mit Bewußtseyn verbundenen Wahrnehmung theilhaftig werden kann.

Da es für die Erscheinungen des Lebens zwar Gradationen gibt, es uns aber nicht möglich ist, für dieselben einen Maßstab festzusetzen, es also unmöglich wird, die quantitative Relation zwischen der vitalen Action und zwischen dem entsprechenden Erregungsprincipe aufzustellen (z. B. zwischen dem Momente der Wärmekraft, welches ein heißer Körper gegen einen Finger ausübt, und zwischen dem Grade des Gefühls, welches hiedurch in mir entsteht); und da wir hier den unmittelbaren Zweck haben, die Wärmeerscheinungen mathematischen Gesetzen zu unterwerfen; so kann hier bloß von jenen Aeußerungen des Calorifizirens gehandelt werden, die sich an anorganischen Körpern (welche wir aus schon erwähnten Gründen lieber suborganische nennen wollen) wahrnehmen lassen. Wir sprechen also hier immer nur von den Veränderungen am eigenen räumlichen Erscheinen, oder von jenen am räumlichen Erscheinen des influenzirten Körpers. Diese beiden

*) Wenn z. B. geschmolzenes Eisen abkühlt, nämlich an seinem Calorifiziren abnimmt, so ändert sich, eine Zeit hindurch, bloß das Volum der flüssigen Masse. Calorifizirt aber dieselbe in einem so niedern Grade, daß sie stockt, so hat sie nun, bei dem erniedrigten Calorifiziren, nicht bloß das Volum der Eisenmasse vermindert; sondern es ist rücksichtlich des räumlichen Erscheinens eine Veränderung vorgegangen, die sich auf das Innerste der Masse, auf die einzelnen Theile derselben, bezieht; es erscheint nämlich nunmehr das festgewordene Eisen, als aus abgesonderten Theilchen von bestimmter Form und Größe zusammengesetzt; es besteht an demselben eine bestimmte Crystallisation.

für sich allein aus der Action des Calorifizirens überhaupt herausgehobenen Aeußerungen, bezeichnen wir durch die Ausdrücke des eigenen und des mittheilenden Volumifizirens, oder des subjectiven und objectiven Volumifizirens.

Das Calorifiziren eines Körpers läßt sich eben sowohl als ein blosser Zustand desselben betrachten, wie sich die mechanischen Erscheinungen (die Aeußerungen von Bewegung, Zug, Druck, Stoß . . . .) an einem Körper als ein eigenthümlicher Zustand desselben erklären lassen. Wir können uns hier folgendermaßen ausdrücken: Im ersten Falle befindet sich der Körper a im Zustande des Calorifizirens; im zweiten Falle hingegen im Zustande des Mechanifizirens. Im ersten Falle ist durch eine uns unbekannte veranlassende Ursache der Typus zum Calorifiziren im Körper a auf einen bestimmten Grad geweckt worden; im zweiten Falle ist durch eine uns unbekannte veranlassende Ursache der Typus zum Mechanifiziren im Körper a auf einen bestimmten Grad geweckt worden. Im ersten Falle nehmen wir das Resultat einer Wärmekraft, im zweiten Falle das Resultat einer mechanischen Kraft wahr (die Theorie bedarf daher eben so wenig eines Wärmestoffes, als eines Bewegungsstoffes). Im ersten Falle äussert sich das Calorifiziren des Körpers a als eigenes Volumifiziren, oder, gegen den suborganischen Körper b als mittheilendes Volumifiziren; im zweiten Falle äussert sich das Mechanifiziren des Körpers a als eigenes Motuifiziren (als eine bestimmte Selbstbewegung ausübend) oder gegen den suborganischen Körper b, als mittheilendes Motuifiziren (auf die Bewegung des Körpers b einwirkend, z. B. im Stosse zwischen a und b). Im ersten Falle äussert sich das Calorifiziren des Körpers a gegen einen organischen Körper b überdieß noch durch eine eigene Stimmung der vitalen Action im Körper b; im zweiten Falle äußert sich das Mechanifiziren des Körpers a gegen einen organischen Körper b überdieß noch durch eine eigene Stimmung der vitalen Action im Körper b (z. B. wenn ein bewegter Körper, gegen einen organisirten, gegen einen Theil eines Thieres stößt, so entsteht nicht bloß eine mechanische Bewegung an den gestossenen Theilen des Thieres, sondern es entstehen hieraus jene Erscheinungen, die wir bei Quetschungen, Contusionen wahrnehmen, Geschwulst, Inflammation, Eiterung, ..., zugleich auch ein schmerzliches Gefühl; welche Erscheinungen eben so wenig dem Kalkül unterliegen, als jene, wo die vitale Action einer Pflanze durch höhern Wärmegrad gesteigert wird, oder wo ich ein Brennen beim Berühren eines heißen Körpers wahrnehme.

Wenn sich bei festen und tropfbarflüssigen Körpern das Calorifiziren durch ein eigenes Volumifiziren äußert, nämlich durch das subjective Erscheinen unter einem Volume von bestimmter Größe; so findet dieß bei gas- und dunstförmigen Flüssigkeiten nicht Statt, indem dieselben nur in sofern rücksichtlich ihrer Bestandtheile zusammenhängende Massen bilden, als sie von allen Seiten her, von Außen nach Innen zu, zusammengehalten werden. Bei diesen unaufhörlich nach Ausdehnung strebenden Körpern sind wir nicht im Stande, das Volum anzugeben, unter welchem sie endlich, ohne von Außen zusammengedrückt zu werden, sich erhalten möchten; sondern wir können an ihnen bloß das Streben wahrnehmen, ja selbst dasselbe dem Maße unterwerfen, welches Streben sie, der Verschiedenheit des unmittelbaren Calorifizirens gemäß, nach Ausdehnung, nach erhöhtem räumlichen Erscheinen, äußern. Da überdieß eine und dieselbe elastische Flüssigkeit, an welcher weder das Volum, noch der durch deren Gewicht bestimmte Massenantheil, verändert wird, bei verändertem Streben nach Expansion (welches wir durch den veränderten Barometerstand der ringsum eingeschlossenen elastischen Flüssigkeit wahrnehmen), allemal auch eine Veränderung an der Temperatur erleidet, so daß ein Zusammenhang unter diesen beiderlei Veränderungen nicht zu verkennen ist; so sagen wir: Das elastische Fluidum äußert das in ihm auf einen gewissen Grad, durch ein entsprechendes Moment der Wärmekraft erregte unmittelbare Calorifiziren, durch das Streben nach erhöhtem räumlichen Erscheinen, und zugleich durch die Fähigkeit, an andern Körpern, mit denen es in calorifizirende Wechselwirkung tritt, das räumliche Erscheinen zu erhöhen; oder kürzer, durch das Streben nach erhöhtem eigenen Volumifiziren, und zugleich durch das entsprechende mittheilende Volumifiziren.

Aus Dalton's Versuchen hat Biot folgendes analytisch ausgedrückte Gesetz durch Interpoliren entwickelt, welches daher als ein unmittelbares Gesetz der Erscheinung betrachtet werden kann, das auf keiner Hypothese beruht:

$$F_N = 0{,}76 \, . \, 10^{AN + BN^2 + CN^3},$$

worin F_N den in Metern ausgedrückten Barometerstand der Wasserdünste ausdrückt, wenn deren Thermometerstand $= 100 - N$ Graden des reaumur'schen Thermometers mit Centesimalscale beträgt, worin ferner

$$A = -\ 0{,}01537278757$$
$$B = -\ 0{,}00006731995$$
$$C = +\ 0{,}00000003374.$$

Dalton's geordnete Versuche entsprechen folgender Tabelle:

Temperatur der Dämpfe nach Reaumur mit Centesimalscale.	Barometerstand der Dämpfe in englischen Zollen ausgedrückt.
0°00	0,200
6,25	0,297
12,50	0,435
18,75	0,630
25,00	0,910
31,25	1,290
37,50	1,820
43,75	2,540
50,00	3,500
56,25	4,760
62,50	6,450
68,75	8,550
75,00	11,250
81,25	14,600
87,50	18,800
93,75	24,000
100,00	30,000

Ein schon bestehender Zustand, von welch immer einer Art, danke er sein Daseyn dieser oder jener Veranlassung, sey er selbst ein ursprünglicher Zustand, erhält sich unverändert in alle Ewigkeit fort, wenn nicht eine veranlassende Ursache zur Veränderung jenes Zustandes hinzutritt; jene Ursache nennen wir eine **Kraft**, deren Natur und Wesenheit wir nie zu ergründen vermögen, sondern, an der wir blos das **Quantitative** aus ihren Wirkungen zu bestimmen streben. **Das Gesetz der Trägheit findet Statt für jeden Zustand, worin sich ein Körper befindet.**

Jedes Zu- oder Abnehmen des Calorisizirens am Körper a, ist einer positiv oder negativ auf ihn wirkenden **Wärmekraft** zuzuschreiben; eben so, wie jedes Zu- oder Abnehmen des Mechanisizirens am Körper a, einer positiv oder negativ auf ihn wirkenden **mechanischen Kraft** zuzuschreiben ist. Ein Körper würde daher nie wärmer werden, oder auskühlen, wenn er blos sich selbst überlassen bliebe; eben so, wie ein Körper nie eine Aenderung in seiner Bewegung oder Stoßfähigkeit erleiden möchte, wenn er nicht durch mechanische Kräfte influenzirt würde, wie z. B. bei der Reibung, bei Mittheilung von Bewegung im Stoße u. s. w.

Wenn das eigene und mittheilende Motuisizirен an einem Körper a, fortwährend auf einerlei Weise zu- oder abnimmt, so ist zwar das Gesetz, wornach das Mechanisiziren sich ändert, ein **beständiges** Gesetz; allein der Zustand des Körpers a (aufs Mechanisiziren bezogen), ist ein veränderlicher Zustand; es besteht hier ein unaufhörliches Ueber-

treten aus einem Zustande in den andern. In diesem Falle werden wir daher nicht sagen: das sich am Körper a äußernde Mechanisiziren sey bloß ein Resultat der Trägheit des Körpers a; sondern wir müssen sagen: Der Körper a wird unaufhörlich durch eine mechanische Kraft influenzirt, welche auf eine positive oder negative Weise auf ihn einwirkt, je nachdem das Mechanisiziren am Körper a zu- oder abnimmt. Wenn hingegen der Körper a fortwährend ein und dasselbe eigene und mittheilende Motuisiziren ausüben möchte, so müßten wir sagen: Hier nehmen wir das Resultat der Trägheit des Körpers a wahr, wornach dieser seinen einmal erlangten Zustand (im Mechanisiziren) fortan behauptet, in so lange keine mechanische Kraft auf ihn wirkt. Es hat daher überhaupt die den Körper a influenzirende mechanische Kraft entweder einen positiven, oder negativen Werth, oder einen Werth = o.

Wenn das eigene mittheilende Volumisiziren an einem Körper a, fortwährend auf einerlei Weise zu- oder abnimmt, so ist zwar das Gesetz, wornach das Calorisiziren sich ändert, ein beständiges Gesetz; allein, der Zustand des Körpers a (auf's Calorisiziren bezogen) ist ein veränderlicher Zustand; es besteht hier ein unaufhörliches Uebertreten aus einem Zustande in den andern. In diesem Falle werden wir daher nicht sagen: Das sich am Körper a äußernde Calorisiziren sey blos ein Resultat der Trägheit des Körpers a; sondern wir müssen sagen: Der Körper a wird unaufhörlich durch eine Wärmekraft influenzirt, welche auf eine positive oder negative Weise auf ihn einwirkt, je nachdem das Calorisiziren am Körper a zu- oder abnimmt. Wenn hingegen der Körper a fortwährend ein und dasselbe eigene und mittheilende Volumisiziren ausüben möchte, so müßten wir sagen: Hier nehmen wir das Resultat der Trägheit des Körpers wahr, wornach dieser seinen einmal erlangten Zustand (im Calorisiziren) fortan behauptet, in so lange keine Wärmekraft auf ihn wirkt. Es hat daher die den Körper a influenzirende Wärmekraft überhaupt, entweder einen positiven oder negativen Werth, oder einen Werth = o.

Das mittheilende Motuisiziren des Körpers a ist die Fähigkeit des Körpers a, das gegebene eigene Motuisiziren des gegebenen Körpers b zu vermehren, zu vermindern, oder gar nicht zu ändern; es hat daher das mittheilende Motuisiziren des Körpers a einen positiven oder negativen Werth, oder einen Werth = o. Jedoch ist zu bemerken, daß das mittheilende Motuisiziren des Körpers a, welches auf b von gegebenem eigenen Motuisiziren bezogen einen positiven Werth hat, gegen den Körper c von einem andern eigenen Motuisiziren einen negativen Werth haben kann, u. s. w. (Der Körper a kann im Stoße den Körper b beschleunigen, hingegen den Körper c verzögern).

Das mittheilende Volumisiziren des Körpers a ist die Fähigkeit des Körpers a, das gegebene eigene Volumisiziren des gegebenen Körpers b zu vermehren, zu vermindern oder gar nicht zu ändern; es hat daher das mittheilende Volumisiziren des Körpers a einen positiven

oder negativen Werth, oder einen Werth = o. Jedoch ist zu bemerken, daß das mittheilende Volumifiziren des Körpers a, welches auf b von gegebenem eigenen eigenen Volumifiziren bezogen, einen positiven Werth hat, gegen den Körper c von einem andern eigenen Volumifiziren einen negativen Werth haben kann u. s. w. (Der Körper a kann in der calorifizirenden Wechselwirkung den Körper b erwärmen, hingegen den Körper c abkühlen). *)

Das eigene Motuifiziren (im Beharrungsstande, blos nach dem Gesetze der Trägheit, an der freien Masse a, ohne mechanifizirende Wechselwirkung mit andern Körpern) des Körpers a ist die Action, welcher gemäß der Körper a unabänderlich einerlei Geschwindigkeit ausübt (nämlich das Durchlaufen eines bestimmten Raumes in jeder gleich großen Zeit). Das eigene Motuifiziren kann verschiedene Grade haben, die, in Gedanken fortwährend vermindert, auf die Werthe = o und = — führen; diese Werthe entsprechen beim eigenen Motuifiziren nicht blos fingirten Rechnungsbegriffen, sondern wirklich wahrnehmbaren Erscheinungen (wir vermögen ein positives, negatives und Nicht-Bewegen wahrzunehmen).

Das eigene Volumifiziren (im Beharrungsstande, blos nach dem Gesetze der Trägheit, an der freien Masse a, ohne calorifizirende Wechselwirkung mit andern Körpern) des Körpers a ist die Action, welcher gemäß der Körper a unabänderlich einerlei Volum einnimmt. Das eigene Volumifiziren kann verschiedene Grade haben (der Körper a kann ein beständiges Volum einnehmen, das größer oder kleiner ist), die im Gedanken fortwährend vermindert, auf die Werthe = o und = — führen; allein, diese Werthe entsprechen beim eigenen Volumifiziren blos fingirten Rechnungsbegriffen, und nicht irgend einer wahrnehmbaren Erscheinung (wir vermögen ein positives Volumifiziren wahrzunehmen, aber weder ein Nichtvolumifiziren, noch ein negatives Volumifiziren; ersteres wäre ein mathematischer Punkt, wovon wir uns wohl einen Begriff machen können, letzteres wäre etwas, das unserer Intelligenz so unmöglich zu fassen ist, als die Zahl $\sqrt{-1}$; indeß kann uns der Kalkül eben sowohl darauf führen, als er uns auf imaginäre Ausdrücke führt). Das negative eigene Motuifiziren ist nicht etwa eine dem eigenen Motuifiziren überhaupt entgegengesetzte Action; das negative eigene Motuificiren ist eben sowohl ein eigenes Motuificiren, als das positive eigene Motuificiren; jenes erscheint blos dadurch diesem entgegengesetzt, daß dort und hier entgegengesetzte Richtungen angenommen werden. Wir

*) Die Ausdrücke beschleunigen, verzögern aufs Mechanifiziren bezogen, entsprechen den Ausdrücken erwärmen, abkühlen aufs Calorifiziren bezogen. Das Ueberströmen eines Wärmestoffs ist eben so unnöthig zur Erklärung des Erwärmens und Abkühlens, als das Ueberströmen eines Bewegungsstoffs zur Erklärung des Beschleunigens und Verzögerns (in der Bewegung).

dürfen überhaupt sagen: Der Gegensatz des Positiven und Negativen in einer Action, entstehe blos aus einer entgegengesetzten Beziehung dieser Action. Wo wir nicht im Stande sind, einer Action eine solchen Beziehung zu unterwerfen, da können wir uns von dem negativen Werthe der Action keinen Begriff machen, welches keineswegs beweist, daß es keine solche Beziehung gebe. Es kann auch gar manche Beziehung an den uns übrigens bekannten Actionen möglich seyn, und wirklich bestehen, ohne daß wir davon einen Begriff haben. Eben so können wir vom negativen eigenen Volumifiziren annehmen, es sey eine mögliche Action, vielleicht eine Action, welche wirklich vor sich geht, ja vielleicht gar eine uns sehr bekannte Action, die wir aber bisher noch nicht als das, was sie ist, zu erkennen vermochten.

Wenn das mittheilende Motuifiziren (welches eine bloße Fähigkeit ist) wirklich in Ausübung übergeht, so nimmt das eigene Motuifiziren ab oder zu (während des Stoßes verliert der schneller bewegte Körper an seiner Geschwindigkeit, und umgekehrt); eben so nimmt, wenn das mittheilende Volumifiziren wirklich in Ausübung übergeht, das eigene Volumifiziren ab oder zu (der wärmere Körper kühlt ab, zieht sich zusammen, indem er den kältern erwärmt, ausdehnt, und umgekehrt).

In demselben Sinne, als man in der Mechanik die Ausdrücke: bewegende und beschleunigende Kraft nimmt, sagen wir: totale und auf die Masseneinheit ausfallende Wärmekraft.

Es läßt sich a priori nicht behaupten, daß wir die unmittelbare Wirkung der Wärmekraft, das unmittelbare Calorifiziren an dem, durch die Wärmekraft, binnen irgend einer Zeit t, influenzirten Körper, wahrnehmen, alles, was wir an diesem Körper rücksichtlich des Calorifizirens hier betrachten, sind blos dessen Aeußerungen, als eigenes und als mittheilendes Volumifiziren, welche eben nicht mit dem unmittelbaren Calorifiziren proportional ändern, wohl aber (bei übrigens unveränderten Umständen) bestimmte Functionen von dem jedesmaligen Grade des unmittelbaren Calorifizirens seyn müssen, da wir hier ein Gesetz der Continuität nicht bezweifeln können. Auch berechtigen uns die Wärmeerscheinungen (die zunehmende Temperatur eines Körpers M bei zunehmenden erwärmenden Mitteln) zu dem Schlusse, daß das mittheilende Volumifiziren des Körpers M gegen den gegebenen Körper m ändere, wenn das unmittelbare Calorifiziren am Körper M ändert, daß beide fortwährend zugleich (obwohl nicht eben proportional) wachsen, daß also (bei unveränderter Natur der Körper M, m) einerlei Grad des mittheilenden Volumifizirens des Körpers M gegen m (einerlei Temperatur) auf einerlei Grad des unmittelbaren Calorifizirens schließen lasse *).

*) Wenigstens gilt diese Behauptung vom mittheilenden Volumifiziren des Körpers M gegen beinahe alle festen Körper (jedoch nicht gegen alle, z. B. nicht gegen Thon, der sich in der Hitze

Dies ist größtentheils wohl auch vom eigenen Volumifiziren wahr, jedoch nicht durchgehends; so besteht z. B. beim Wasser, wenn wir durch α einen sehr kleinen Werth ausdrücken, und wenn c das unmittelbare Calorifiziren des Wassers bei (3,5)° R. ausdrückt, für das unmittelbare Calorifiziren c + α und für jenes c — α, einerlei eigenes Volumifiziren = v; bei (3,5)° R. besteht nämlich das maximum der Condensation.

Wir dürfen ferner annehmen, daß das Incrementum des unmittelbaren Calorifizirens dem (dasselbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft proportional sey. Ich will den analogen Satz aus der Mechanik erweisen.

Wenn ein Körper M auf irgend eine Weise (z. B. durch Reibung) gehindert ist, seinem Streben nach Bewegung ganz zu folgen, so muß dessen eigenthümliches Streben nach Bewegung, dessen Mechanifiziren, das ihm unmittelbar durch eine Kraft P binnen

---

zusammenzieht), ferner gegen Gasarten, Quecksilber, und mehrere tropfbare Flüssigkeiten; jedoch nicht gegen alle, z. B. nicht gegen Wasser, bei welchem nahe am Frierpuncte ein maximum der Condensation besteht. Ist der Körper M eine tropfbare Flüssigkeit, so kömmt noch zu bemerken, daß über den Siedpunct hinaus, und unter den Frierpunct herab, das Zunehmen oder Abnehmen des unmittelbaren Calorifizirens in M, in so lange auf das mittheilende Volumifiziren (aufs Thermometer) keinen Einfluß habe, als nicht die ganze Flüssigkeit M zu Dampf oder Crystall geworden ist. Es tritt nämlich in jenen beiden Fällen ein vorherrschender Egoismus an der Wärmeaction von M hervor, wornach diese sich ausschließlich auf die Masse M selbst bezieht, wo gleichsam die Masse M rücksichtlich ihrer Wärmeaction blos mit sich selbst beschäftigt ist. Zugleicher Zeit beschränkt sich die subjective Aeußerung des Calorifizirens, nicht mehr blos auf ein eigenes Volumifiziren, sondern *sie tritt zugleich* als den eigenen Aggregatzustand bedingend hervor; die subjective Aeußerung des Calorifizirens erscheint nunmehr als eigenes Volumifiziren, und zugleich als in sich den Plasticismus bedingend. Wird an einer Wassermasse M das unmittelbare Calorifiziren fortwährend vermindert, so erfolgt ein Verändern des eigenen und mittheilenden Volumifizirens (das Volum des Wassers und dessen Temperatur ändern fortan); hat aber das unmittelbare Calorifiziren so weit abgenommen, daß das Wasser Eiskrystalle zu bilden anfängt, so wird durch das folgende Abnehmen des unmittelbaren Calorifizirens in M, das mittheilende Volumifiziren (die Temperatur) von M nicht mehr verändert; zugleich aber beschränkt sich die subjective Aeußerung des Calorifizirens von M nicht mehr blos auf ein eigenes Volumifiziren; die Wassermasse M ändert nun, bei abnehmendem unmittelbaren Calorifiziren, nicht mehr blos ihr Volum, sondern zugleich auch ihren Aggregatzustand, sie crystallisirt nach bestimmten geometrischen Figuren.

Eine ähnliche Wechselwirkung zeigt sich am Menschen, rücksichtlich der geistigen und animalischen Functionen des Lebens. Bis auf einen gewissen Grad hin, trägt eine erhöhte Geistesaction dazu bei, auch die thierischen Functionen zu potenziren (angenehme, leichte, ermunternde Geistesbeschäfftigung befördert Athmen, Blutumlauf, Verdauen, Secretionen u. s. w.); allein es kann ein Grad der geistigen Action eintreten, wobei alle thierische Funktionen aufhören potenzirt zu werden; der Mensch kann sich in Selbstbeschauung, in der Abstraction dergestalt verlieren, daß die zum Leben nothwendige Einwirkung des höhern lebendigen Princips auf den Organismus aufhört, daß in der höhern Vitalität ein vollkommener Egoismus hervortritt; und so sehen wir, auf Unkosten des vegetativen Lebens, das geistige sich erheben; hier treten nun freilich ganz neue Formen des Lebens hervor; denn hier ist es, wo die höchsten Ideale geschaffen werden, wo des Menschen unsterbliche Seele sich am klarsten ausspricht.

der Zeit T mitgetheilt wird, durch jene Bewegungsquantität MV ausgedrückt werden, die er erhalten haben würde, wenn er ungehindert sich hätte bewegen können.

Nun folgt aus der bekannten Formel, $dV = 2g . \frac{P}{M} dT$ (worin g die Beschleunigung der Schwere, $\frac{P}{M}$ die beschleunigende Kraft, und T die Zeit ausdrücken, binnen welcher die Masse M von P influenzirt wurde, wodurch M die Endesgeschwindigkeit V erhielt), $MV = 2g \int P dT = 2g \int f' (T) dT = 2gf(T)$ (nach Lagrange Bezeichnung der ersten abgeleiteten Functionen). In eben dem Sinne ist, für jeden andern Fall derselben Art, $M'V' = 2g \int P' dT' = 2g \int F' (T') dT' = 2g F (T')$. Sind nun 𝔙 und 𝔗 dann 𝔙′ und 𝔗′ zusammengehörige Werthe von V und T, ferner von V′ und T′, und ist $F (\mathfrak{T}') = f(\mathfrak{T})$, so ist $M \mathfrak{V} = 2gf(\mathfrak{T}) = 2gF(\mathfrak{T}') = M'\mathfrak{V}'$.

Es mag daher die veränderliche Kraft P von der Zeit T wie immer abhängen, jene mag auf die Masse wie immer lang wirken, so ist allemal das hierdurch unmittelbar hervorgebrachte Mechanisiziren dem Kraftmomente $\int P dT$ proportional, nämlich der Summe der Producte aus den successiven Kraftwerthen in die Zeitelemente, binnen welchen jene Kraftwerthe bestanden.

Dasselbe gilt in der aus den Begriffen von Wärmeaction und Wärmekraft hergeleiteten Wärmetheorie vom unmittelbaren Calorifiziren. Dieß Gesetz drücken wir algebraisch folgendermaßen aus:

$$C_x = A . \int p_x dt;$$

worin C_x das binnen der Zeit t durch die Wärmekraft p_x zugewachsene unmittelbare Calorifiziren, und A eine konstante Größe ausdrücken. Bei Integration von $p_x dt$, ist dann die Constante so zu bestimmen, daß $\int p_x dt$ mit t verschwinde. In diesem Sinne haben wir also, bei einerlei Masse M, welche binnen beliebigen gleich großen oder ungleichen Zeitabschnitten verschiedenen Wärmekräften $p' p'' p''' \dots p_x$ ausgesetzt wurde, wobei verschiedene Gesetze Statt fanden (rücksichtlich des Verhältnisses zwischen der Wärmekraft und der entsprechenden Dauer t ihrer Einwirkung) für die Incremente an unmittelbarem Calorifiziren, die Gleichungen:

$$C' = A\int p'\,dt,\ C'' = A\int p''\,dt,\ C''' = A\int p'''\,dt,\ \text{u. s. w. } C_x = A\int p_x\,dt.$$

Ist in diesen verschiedenen Fällen die Temperatur von M (das mittheilende Volumifiziren gegen die konstante Merkurmasse im Thermometer) gestiegen, und zwar erstlich von τ' Graden auf τ Grade, dann von τ'' Grade auf τ Grade, dann vou τ''' Grade auf τ Grade, dann u. s. w., und hat, diesem gemäß, das Quecksilber im Thermometer an Volum zugenommen, erstlich um $f(\tau - \tau')$, dann um $f(\tau - \tau'')$, dann um $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., so gibt die Gleichung zwischen C' und $f(\tau - \tau')$, dann zwischen C'' und $f(\tau - \tau'')$, dann zwischen C''' und $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., oder allgemein zwischen C_x und $f(\tau - \tau_x)$, jene quantitative Relation an, welche Statt findet zwischen dem C_x Incremente an unmittelbarem Calorifiziren in der gegebenen Masse M, oder zwischen dem (dasselbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft, und zwischen dem entsprechenden Incremente an mittheilendem Volumifiziren, rücksichtlich der gegebenen Masse M gegen die konstante Merkurmasse m im Thermometer.

Ich will hier die Methode angeben, wie man diesem interessanten Gesetze durch Versuche auf die Spur kommen könne, wie man das Gesetz finden könne zwischen dem Momente der Wärmekraft und dem Incremente am mittheilenden Volumifiziren, oder (in der Sprache der Atomistiker) zwischen Quantität der Wärme, und zwischen Temperaturzuwachs, oder zwischen den zugewachsenen Graden am Calorimeter und jenen am Thermometer (welches letztere ich lieber einen Thermoscop nennen möchte).

Man nehme gereinigtes Wasser, ferner ein ringsum verschließbares Gefäß aus sogenannten schlechten Wärmeleitern, das heißt, aus solchen Materialien zusammengesetzt, welche die Temperaturausgleichung zwischen dem eingeschlossenen Wasser und der umgebenden Luft sehr hindern*). Endlich bediene man sich eines sehr empfindlichen Quecksilberthermometers. Auch muß durch eine eigene Vorrichtung möglich gemacht werden, das Wasser im Gefäß unter einander zu rühren, bei ringsum verschlossenem Gefäße. Das Gefäß wird nur während des schnell zu verrichtenden Wassereingießens geöffnet; die ganze übrige Zeit aber beständig verschlossen gehalten. Nach jedem Eingusse wird sogleich das Wasser im Gefäß gerührt, um schnell die ganze Wassermasse auf einerlei Temperatur zu bringen, wo dann diese Temperatur sogleich aufgeschrieben wird. Das Wasser wird immer dem Gewichte nach gemessen.

Man probire vorläufig sein Thermometer, an dem Wasser von verschiedener Temperatur, dahin, daß das Wasser von einerlei Temperatur, nach verschiedenen Massen zu-

*) Ueber das Wesen des sogenannten Wärmeleiters folgt weiter unten ein Mehreres.

sammengegossen, am Thermometer dieselbe Temperatur angebe, als die Masseneinheit des Wassers für sich abgesondert am Thermometer anzeigt, welches zwar, strenge genommen, unmöglich ist, aber doch näherungsweise dann Statt finden wird, wenn die Masseneinheit am Wasser, und alle Massen, unter welchen die Temperatur des Wassers gemessen wird, groß genug gegen die Masse des Quecksilbers im Thermometer sind, daß diese Masse gegen jene Wassermasse beinahe verschwindet. Die Erfahrung beweist dieses; es ist aber auch leicht aus der dynamischen Wärmetheorie einzusehen, wie uns dieß das Phänomen des Stoßes bei vollkommen harten und vollkommen weichen Körpern auf eine analoge Weise darthut. Hier folgt nämlich aus $MC + mc = MV + mv$, und aus $V = v$ der Werth für den Zuwachs an Geschwindigkeit in der gestoßenen Masse, so:

$$v - c = \frac{M(C - c)}{M + m}$$

ändert man hier auch M, jedoch so, daß alle Werthe von M so groß gegen jene von m sind, daß m gegen sie alle beinahe verschwindet, so ist $v - c$ bei allen jenen verschiedenen aber beträchtlichen Werthen von M, näherungsweise unveränderlich $= C - c$.

Die Versuche sind also mit kleinen Quecksilbermassen am Thermometer und großen Wassermassen anzustellen, und die Einheit der Wassermasse (die Gewichteinheit) ist groß anzunehmen.

Nun zu den Versuchen selbst.

Man gieße zu dem im besagten Gefäße eingeschlossenen Wasser, vom Normalgewichte $= Q$, und von der hohen Normaltemperatur $= T$, das wir kurz das Normalwasser nennen wollen, nach einander die Wasserquantitäten q' q'' q''' u. s. w. q_x von den Temperaturen τ' τ'' τ''' u. s. w. τ_x (wobei man den Versuch immer wieder auf dieselbe Weise beginnt); und zwar in solchen Verhältnissen, daß die nach jedem Eingusse gerührte Masse, in den auf einander folgenden Versuchen, eine und dieselbe Normaltemperatur τ erhalte [$\tau < T$, aber $\tau > \tau' > \tau'' > \tau''' >$ u. s. w., daher $q' > q'' > q''' >$ u. s. w.]

In allen diesen successiven Operationen ist eine und dieselbe Masse Q, von einerlei Temperatur T auf einerlei Temperatur τ erniedrigt worden; also ist in allen diesen successiven Operationen in der Masse Q einerlei Verminderung am unmittelbaren Calorifiziren entstanden. Diese konstante Verminderung des unmittelbaren Calorifizirens an der konstanten Masse Q ist eine auf die Masse Q binnen der jedesmaligen Dauer $= d'$ oder d'' oder d''' ...... d_x der vollendeten Ausgleichung der Temperatur (zwischen Q und q' oder zwi-

schen Q und q'', oder zwischen Q und q''', oder ....;), nach irgend einem Gesetze der Continuität negativ wirkenden Wärmekraft $= p$, oder p'' oder p''' oder ...... p_x, zuzuschreiben, deren Moment $= N$ *) in allen Operationen einerlei Werth haben muß. Nach dem Gesetze des gleich großen Werthes zwischen Action und Reaction in jeder dynamischen Wechselwirkung mußte aber, in allen successiven Operationen, das jedesmalige Moment der positiv auf die Massen q' q'' q''' ...... q_x wirkenden Wärmekraft unabänderlich einen und denselben Werth, also jenen $= N$ haben. Das auf die Einheit der nach einander zugegossenen Massen q' q'' q''' ...... q_x ausfallende Moment der positiv wirkenden Wärmekraft p' p'' p''' ...... p_x binnen der jedesmaligen Dauer d' d'' d''' .... d_x des vollendeten Ausgleichens der Temperaturen (des vollendeten Streites unter den Massen Q und q' oder Q und q'' oder ...... oder Q und q_x bei der wechselseitigen Umstimmung der Typen zum Calorifiziren), war also in den successiven Operationen $= \frac{N}{q'}$ dann $\frac{N}{q''}$ dann $\frac{N}{q'''}$ dann ...... $\frac{N}{q_x}$ wodurch in den Massen q' q'' q''' ...... q_x, also auch in den Masseneinheiten derselben, folgende Temperaturerhöhungen entstanden: $\tau - \tau'$, $\tau - \tau''$, $\tau - \tau'''$, ... $\tau - \tau_x$ ferner wodurch das eigene Volumifiziren (wie sich dieß durch Versuche finden läßt) der Masseneinheiten folgende Incremente erlitten hat: $= \varepsilon\,(\tau - \tau')$ dann $\varepsilon\,(\tau - \tau'')$ dann $\varepsilon\,(\tau - \tau''')$ dann .... $\varepsilon\,(\tau - \tau_x$**), ferner wodurch das mittheilende Volumifiziren an der Masseneinheit folgende Incremente erlitten hat $= f\,(\tau - \tau')$, dann $f\,(\tau - \tau'')$, dann $f\,(\tau - \tau''')$ dann ...... $f\,(\tau - \tau_x)$. So liessen sich denn, durch Interpoliren, allgemein die Gleichungen ansetzen, welche die Relation zwischen folgenden Größen angeben möchten: Dem Temperaturincremente $\tau - \tau_x$ an der Masseneinheit; ferner dem Incremente am eigenen Volumifiziren $\varphi\,(\tau - \tau_x)$ der Masseneinheit; ferner dem Incremente am mittheilenden Volumifiziren (gegen des Thermometers Quecksil-

---

*) Bezeichnen wir $\int p_x\, d\, t$ durch $f_x\,(t) + C$, so ist $N = f\left(\begin{smallmatrix}d\\x\end{smallmatrix}\right) - f\,(o)$, indem nach der Integration die Constante C so zu bestimmen ist, daß $f_x\,(t) + c$ verschieden für $t = o$, und dann ferner das Moment der Wärmekraft für die Dauer $= d_x$ zu nehmen ist.

**) $\varepsilon\left(\tau - \tau_x\right)$ drückt hier aus, um den wie vielten Theil seines Volums w die Masseneinheit am Volum zugenommen habe, indem die Masseneinheit von $(\tau_x)^o$ auf $(\tau)^o$ erwärmt wurde.

ßermasse) $f(\tau - \tau_x)$ von Seite der Masseneinheit des Wassers; endlich dem hiezu erforderlichen Momente der Wärmekraft $= \frac{N}{q_x}$.

Wird zu dem Normalwasser Q, statt Wassers, eine Flüssigkeit von anderer Natur gegossen, und zwar, in Bezug auf ursprüngliche Temperatur und auf den Massenantheil q_x der hinzugegossenen Flüssigkeit, Alles so angeordnet, daß Q von T Graden auf τ Grade herabgestimmt werde, wie zuvor, daß also das auf die ganze Masse q_x der neuen Flüssigkeit ausfallende Moment der Wärmekraft abermals N ausfällt; so beweisen die Versuche, daß das Increment des eigenen Volumifizirens auf q_x hier nicht dasselbe sey, als das Increment des eigenen Volumifizirens ehedem auf demselben Massenantheile q_x Wassers beobachtet wurde. Da also gleich große Massenantheile verschiedenartiger Körper durch einerlei Moment der Wärmekraft = N nicht einerlei Increment am eigenen Volumifiziren erhalten, so müssen die verschiedenen der Wärmekraft ausgesetzten Körper ganz eigenthümliche (das effective eigene Volumifiziren) bedingende Actionen ausüben, die wir, jede für sich betrachtet, die bedingende Action schlechthin nennen wollen, so wie wir die sich hierauf beziehende Kraft als bedingende Kraft = p bezeichnen. Nun ist leicht zu begreifen, daß, wenn wir das Moment der bedingenden Kraft $\int p_x\, dt$ durch $f_x(t) - f_x(o)$ ausdrücken, sich hieraus folgende Gleichung ergebe: $\mathfrak{A}\left(f_x(d_x) - f_x(o)\right) = \left(\left(f_x(d_x) = f_x(o)\right) A - \varphi\left(\tau - \tau_x\right) w_x q_x\right) B$ worin $\mathfrak{A}$, A und B konstante Coefizienten sind.

Ein Beispiel aus der analytischen Mechanik mag die Analogie zu unserer Behauptung liefern. Es werde die Masse M von der Kraft p binnen einer Zeit d_x getrieben; und es sey V die Geschwindigkeit, welche unter diesen Umständen die Masse M am Ende der Zeit d_x erlangen würde, wenn nicht eine entgegenwirkende Kraft p veranlassen möchte, daß die Masse M blos die Geschwindigkeit v am Ende der Zeit d_x erreicht. Diesem gemäß ist [bei jedem Gesetze von p = F (t) und p = f (t)]

$$dv = 2g \frac{(p - p)}{M} dt,\ \text{also}$$

$2g \int p\,dt - Mv = 2g \int p\,dt$; oder da $dV = \frac{2gp}{M} dt$, folglich $MV = 2g\int p\,dt$ ist, $MV - Mv = 2g \int p\,dt$; ist nun überdieß p eine solche Function von t, daß $\int p\, d t$

D

= f (t) + c ist, so haben wir [alles auf $t = d_x$ bezogen] $MV - Mv = 2g$ $(f(d_x) - f(o))$.

Das Incrementum des totalen Motuifizirens im Zustande der Freiheit (das Incrementum des unmittelbaren Mechanifizirens) weniger dem Incremente des effectiven Motuifizirens, ist proportional dem Momente der (das Incrementum des effectiven Motuifizirens) bedingenden Kraft.

Die bis hieher vorgetragenen mathematischen Ansichten, rücksichtlich des Calorifizirens am Wasser, wobei wir das Calorifiziren blos als Action betrachteten, und eben so wenig eines Wärmestoffs bedurften, als man in der analytischen Dynamik eines Bewegungsstoffes bedarf, bringen wir unter folgende tabellarische Uebersicht:

Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der Wärmekraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am unmittelbaren Calorifiziren.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am eigenen Volumifiziren (in Theilen des ursprünglichen Volumens der Masseneinheit ausgedrückt) *)	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der bedingenden Kraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum der Temperatur.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am mittheilendem Volumifiziren, gegen des Thermometers unbedeutende Quecksilbermasse.
$\frac{N}{q'}$	$A.\frac{N}{q'}$	$\frac{\alpha'}{w'} = \varphi(\tau - \tau')$	$B\left(A\frac{N}{q'} - \varphi(\tau - \tau')\, w'\right)$	$\tau - \tau'$	$f(\tau - \tau')$
$\frac{N}{q''}$	$A.\frac{N}{q''}$	$\frac{\alpha''}{w''} = \varphi(\tau - \tau'')$	$B\left(A\frac{N}{q''} - \varphi(\tau - \tau'')\, w''\right)$	$\tau - \tau''$	$f(\tau - \tau'')$
$\frac{N}{q'''}$	$A.\frac{N}{q'''}$	$\frac{\alpha'''}{w'''} = \varphi(\tau - \tau''')$	$B\left(A\frac{N}{q'''} - \varphi(\tau - \tau''')\, w'''\right)$	$\tau - \tau'''$	$f(\tau - \tau''')$
⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮	⋮
$\frac{N}{q_x}$	$A.\frac{N}{q_x}$	$\frac{\alpha_x}{w_x} = \varphi(\tau - \tau_x)$	$B\left(A\frac{N}{q_x} - \varphi(\tau - \tau_x)\, w_x\right)$	$\tau - \tau_x$	$f(\tau - \tau_x)$
⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮	⋮

*) Ist nämlich das ursprünglich kleinere Volum der Masseneinheit bei der Temperatur $\tau_x = w_x$, und das Volum der Masseneinheit, bei der Temperatur $\tau = w_x + \alpha_x$; so ist $\varphi(\tau - \tau_x) = \frac{\alpha_x}{w_x}$.

Wir wollen in obiger Tabelle, um sie einer Anwendung fähig zu machen, die in den verschiedne Columnen allgemein angezeigten Functionen bestimmt ausdrücken; da aber dieß bei jedem einzelnen Körper durch eigends damit angestellte Versuche geschehen muß, so begnügen wir uns hier damit, Alles blos auf das Erwärmen des Wassers zu beziehen, da die hiebei gebrauchte Methode für alle übrigen Körper anwendbar ist.

Alles auf's Wasser an unserm Apparate (zur Betrachtung der Erscheinungen am Calorifiziren) bezogen, haben wir also folgende Functionen zu bestimmen:

$$\frac{N}{q_x} = \frac{f(\overset{d}{x}) - f(\overset{o}{x})}{\psi(\tau - \tau_x)},$$ ferner $\varphi\ (\tau - \tau_x)$, ferner $f\ (\tau - \tau_x)$ endlich w_x.

Es wurde aus Versuchen q_x oder $\varphi\ (\tau - \tau_x)$ folgendermaßen bestimmt:

An dem weiter oben erklärten calorimetrischen Apparate, wobei übrigens Alles nach der erwähnten Methode vor sich ging, betrug das Normalwassergewicht $Q = 210$ g, worin g das Gewicht ausdrückt, welches dem zehnten Theile einer halben Maß Wassers*) entspricht. Die Normaltemperatur T des Normalwassers Q, betrug $= 70°$ Reaumur (Octogesimal-Scale). Durch das beigemengte Wasser von τ_x Graden, ward Q jedesmal abgekühlt von 70° auf 65°. Hier erhielt das beigemengte Wassergewicht q_x, wenn τ_x nach einander die Werthe 60°, 55°, 50°, 45°, 40°, 35°, u. s. w. bis 0° hatte, successive folgende Werthe, nämlich:

$q_x = 65$ g, dann 60 g, dann 55 g, dann 50 g, dann 45 g, dann 40 g, u. s. w. bis 5 g. Wir dürfen also überhaupt ansetzen: $q_x = \psi\ (\tau_x - \tau) = (\tau_x + 5)$ g.

Um $\varphi\ (\tau - \tau_x)$, dann $f(\tau - \tau_x)$ endlich w_x zu finden, muß folgendes vorangeschickt werden:

Das Gesetz, welches zwischen den Incrementen des eigenen Volumifizirens an irgend einem festen Körper und am Quecksilber im Thermometer Statt findet, wenn diese Incremente zu gleicher Zeit entstehen, indem beide Körper von einem Momente der Wärmekraft gemeinschaftlich influenzirt werden, ergibt sich hieraus.

---

*) Die halbe Maß Wassers wog 1 Pfund 7 Loth.

Nach Lavoisier und Laplace Versuchen *) ist die Ausdehnung der Längeneinheit eines festen Körpers, bei gleichförmig steigenden Thermometergraden (0° bis 1°, 1° bis 2°, 2° bis 3°, ... 99° bis 100°) konstant $= k'$, folglich Ausdehnung der Volumeinheit von 0° bis $t^\circ = 3k't + 3k'^2t^2 + k'^3t^3$, und eben so von a° bis $(a+t)^\circ$.

Also wächst bei einem festen Körper ein Volum V von a° bis $(a+t)^\circ$ um folgenden kubischen Gehalt: A) $\triangle V = V\,(3k't + 3'^2 t^2 + k'^3 t^3)$.

Da bei den meisten festen Körpern k' nicht leicht über $\frac{1}{500}$, gewöhnlich nicht viel über $\frac{1}{1000}$ beträgt, so setzen wir näherungsweise

$$\triangle V = 3V\,(k't + k'^2t^2).$$

Berücksichtigen wir die Ausdehnung des Thermometerglases (als sehr unbedeutend gegen die Ausdehnung des Merkurs) nicht; setzen das Volum des Merkurs im beobachteten Thermometer bei $a^\circ = \underset{☿}{V'}$, ferner den Querschnitt der beobachteten Thermometerröhre $= q'$, die Länge eines beobachteten Grades $= b'$; so hat der Merkur im beobachteten Thermometer von a° bis $(a+t)^\circ$ an Volum zugenommen um $\triangle \underset{☿}{V'} = q'b't$; daher hätte irgend ein anderes Quecksilbervolum $\underset{☿}{V}$, unter denselben Umständen zugenommen um

$$\triangle \underset{☿}{V} = \underset{☿}{V} \cdot \frac{q'b't}{\underset{☿}{V'}}$$

Aus unsern Gleichungen folgt aber

$$\frac{\underset{☿}{V'} \cdot \triangle \underset{☿}{V}}{\underset{☿}{V} \cdot q'b'} = -\frac{1}{2k'} \pm \left(\frac{1}{4k'^2} + \frac{\triangle V}{3k'^2 V}\right)^{\frac{1}{2}},$$

wodurch das hier gesuchte Gesetz ausgedrückt wird. Dieß Gesetz läßt sich aber auch folgendermaßen ansetzen:

$$\text{B)}\ R = A \cdot \frac{R^2}{☿} + B \cdot \frac{R}{☿};\ \text{worin } R = \frac{\triangle V}{V}\ \text{und}\ \frac{R}{☿} = \frac{\triangle \underset{☿}{V}}{\underset{☿}{V}}\ \text{gesetzt wurde **)}.$$

---

*) Biot traité de physique.

**) $\underset{☿}{V}$ ist das Quecksilbervolum in irgend einem Thermometer bei a Graden, und $\underset{☿}{V} + \triangle \underset{☿}{V}$ das Quecksilbervolum in demselben Thermometer bei $(a+t)$ Graden.

Hier sind blos R und $R_{☿}$ veränderlich, wenn einerlei fester Körper mit Merkur bei verschiedenen Temperaturen verglichen wird.

Wenn wir in mehrern auf einander folgenden Versuchen unabänderlich einerlei Thermometer beibehalten, ferner auch einerlei Qualität des festen Körpers, aber dabei dessen Quantität verändern, indem wir nach einander an dem festen Körper die Volume V, $2V$, $3V$, $4V$ . . . ., durch Erwärmung ausdehnen; wenn wir überdieß das Volum $V_{☿}$ stets um einerlei Incrementum durch Erwärmung ausdehnen, so behält R in allen diesen Fällen einerlei Werth, wie die Versuche beweisen; es hat sich also in diesen Fällen V, dann $2V$, dann $3V$, ..., um die Volum $\triangle V$, $2\triangle V$, $3\triangle V$, ..., ausgedehnt.

Vom ganzen Momente der Wärmekraft, das auf gleichzeitige Ausdehnung des festen Körpers und des Merkurs verwendet wurde, ist also verwendet worden:

Im 1sten Falle, auf festen Körper $= \mu$, auf Merkur $= \mu_{☿}$ in Summe $= \mu + \mu_{☿}$

— 2ten —, — — — $= 2\mu$, — — $= \mu_{☿}$, — — $= 2\mu + \mu_{☿}$

— 3ten —, — — — $= 3\mu$, — — $= \mu_{☿}$, — — $= 3\mu + \mu_{☿}$

u. s. w.

Dieß Gesetz über die Vertheilung der totalen zugleich wirkenden Wärmekraft in die zweierlei Materie, ist sehr sonderbar, und deutet auf ein Analogon von Spontaneität hin, welche man, zu einer höhern Potenz gesteigert, an der Lebenskraft wieder findet. In jener Vertheilung zeigt sich das konstante Verhältniß des Increments zum ursprünglichen Volum als Zweck, die hiezu nothwendige Vertheilung der Kraft als Mittel.

Eben so vertheilt die Lebenskraft ihre verschiedenen Actionen am lebenden Organismus so, daß die Vertheilung als Mittel erscheint, hingegen die hiedurch Statt findende Entwickelung der mancherlei Organe als Zweck. Z. B. bei Verletzung eines Organs concentrirt sich die vitale Action des ganzen Organismus vorzugsweise in diesem Organe, mit Depauperation an den übrigen Organen; daher geschieht Reproduction auf Unkosten des übrigen Organismus.

Betrachtet man die Ausdehnung der erwärmten Körper als Resultat eines eindringenden Wärmefluidums, so wird obiges Vertheilungsgesetz ganz unbegreiflich.

Nach Gay-Lussac's und Dalton's Versuchen dehnen sich alle Gasarten, vom Frier-

bis zum Siede=Puncte, für jeden zunehmenden Thermometergrad (centesimal), um 0,00375 des ursprünglichen Volums bei 0° aus.

Noch fehlt uns das Gesetz, wornach das Moment der Wärmekraft bestimmt würde; das jede Gasart erfordert, damit es (ceteris paribus) um ein bestimmtes Volum zunehme. Dieß Gesetz möchte man finden, wenn einerlei Luftthermometer, nach einander mit verschiedenen Gasarten gefüllt, in eine Flüssigkeit getaucht würde, deren Abnahmen an Temperatur beobachtet würden, wenn in allen Fällen die Gasarten um gleich viel zugenommen hätten, u. s. w.

Aehnliche Resultate und Betrachtungen finden bei Dämpfen Statt, so lange sie nicht anfangen, sich zu tropfbarer Flüssigkeit zu kondensiren.

Biot*) hat durch eine bloß auf Versuche, ohne Annahme irgend einer Hypothese, gegründete Rechnung (welche ihrer Weitläuftigkeit wegen hier nicht wiederholt wird) folgende Resultate dargethan, welche mit der Erfahrung ziemlich übereinstimmen; daher wir diese Resultate, als aufgefundene Gesetze der Erscheinungen, dem Gesetzbuche der Natur hier einverleiben wollen.

Wenn das Quecksilber (im Thermometer) und irgend eine andere tropfbare Flüssigkeit φ (in einem eigenen Gefäße) zu gleicher Zeit in eine Flüssigkeit von erhöheter Temperatur getaucht werden; wenn ferner, vor dem Eintauchen, sowohl das Quecksilber als jene tropfbare Flüssigkeit φ die Temperatur des aufthauenden Eisens hatten (= 0° Reaumur); wenn ferner nach dem Eintauchen das Quecksilberthermometer um τ° Reaum. gestiegen ist,

folglich $\dfrac{\Delta V_{☿}}{V_{☿}} = \dfrac{q'.b'.T'}{V'_{☿}}$ ist**), so ist (Biot's Erfahrung gemäß)

C) $\dfrac{\Delta V}{V} = aT + bT^2 + cT^3$, worin a, b, c, beständige Coefizienten sind, die eigends für jede Flüssigkeit aus Versuchen bestimmt werden müssen, wo ferner V das ursprüngliche Volum der Flüssigkeit φ vor dem Eintauchen (bei 0° R.), und $V + \Delta V$ das Volum von φ bei T° R. ausdrücken. So ist z. B. bei Alkohol

*) Biot traité de physique 1816. I. p. 224.

**) $V_{☿}$ und $V_{☿} + \Delta V_{☿}$ sind die Volumina des Quecksilbers im Thermometer bei 0° R. und bei T° R. hingegen ist der Quotient $\dfrac{q'b'}{V'_{☿}}$ ein beständiger Coefizient.

$\frac{\frac{\Delta V}{\tau' R}}{\frac{V}{\tau' R}} = 0{,}00123369\ T + 0{,}00000322537\ T^2 + 0{,}00000001198\ T^3$; ferner bei destillirtem Wasser $\frac{\Delta V_\nabla}{V_\Delta} = -0{,}000054878\ T + 0{,}0000101395\ T^2 - 0{,}0000002708\ T^3$.

Sehr schön folgt aus dieser letzten Formel das Minimum des Increments am eigenen Volumifiziren des Wassers, folglich die größte Condensation des Wassers, bei 2°, 736 R*).

Wird aus den beiden weiter oben angesetzten Gleichungen T eliminirt, so erhält man das durch eine Gleichung ausgedrückte Gesetz, für die zu gleicher Zeit Statt findenden Incremente der ursprünglichen Volume, am Merkur, und an der damit verglichenen tropfbaren Flüssigkeit φ.

Nachdem wir hier das Nothwendige vorangeschickt haben, so können wir nun $\varphi(\tau - \tau_x)$ $f(\tau - \tau_x)$ und w_x bestimmen.

Es ist:

D) $f(\tau - \tau_x) = \frac{q' \cdot b' (\tau - \tau_x)}{V'_☿} \cdot V_☿ = G(\tau - \tau_x) V_☿$ worin $V_☿$ und $V'_☿$ die bei τ_x Graden bestehenden ursprünglichen Quecksilbervolumina ausdrücken, deren ersteres willkürlich (jedoch immer noch sehr klein), letzteres aber jenes ist, das im Beobachtungsthermometer wirklich enthalten war. G und τ sind konstant, $V_☿$ und τ_x veränderlich, ferner drücken q' und b' den Querschnitt der Quecksilbersäule und die Länge eines Grades im Beobachtungsthermometer aus.

Den Ausdruck $\varphi(\tau - \tau_x)$ bestimmen wir folgendermaßen: Das zugegossene Wasser von τ_x Graden, habe ein Volum $= V_x$ (V_x ist jenes Volum des zugegossenen Wassers, welches erwärmt wird, von (τ_x°) auf τ°), und ein Gewicht $= q_x = \varphi(\tau - \tau_x)$; es habe aber dieselbe Wassermasse bei 0° ein Volum $= V_0$ gehabt. Wäre V_0 von 0° auf

---

*) Es erreicht nämlich dann ΔV_∇ seinen größten negativen Werth.

$(\tau_x)^\circ$ erhitzt worden, so hätte V_o zugenommen um $(a\ \tau_x + b\ \tau_x^2 + c\ \tau_x^3)\ V_o$, wäre aber V_o von o° auf τ° erhitzt worden, so hätte V_o zugenommen um $(a\ \tau + b\ \tau^2 + c\ \tau^3)\ V_o$; es hat also V_o zugenommen (von τ_x° auf τ° erhitzt) um $(a\ (\tau - \tau_x) + b\ (\tau^2 - \tau_x^2) + c\ (\tau^3 - \tau_x^3))\ V$. Es hat daher das bei τ_x° das Volum V_x einnehmende Wasser, indem es von τ_x° auf τ° erwärmt worden, um folgenden Antheil seines ursprünglichen Volums V_x zugenommen $= \frac{(a\ (\tau - \tau_x) + b\ (\tau^2 - \tau_x^2) + c\ (\tau^3 - \tau_x^3))\ V_o}{V_x}$, welches zugleich der Ausdruck ist, für jenen Antheil $\varphi\ (\tau - \tau_x)$, um welches das Volum der Masseneinheit des Wassers, das diese bei τ_x° einnahm, zugenommen hat, indem die Masseneinheit des Wassers von τ_x° auf τ° erwärmt worden. Nennen wir das Gewicht der kubischen Einheit des Wassers bei $o^\circ = \gamma$, so ist $q_x = V_o\ \gamma$. Ferner ist

$$V_x = V_o + (a\ \tau_x + b\ \tau_x^2 + c\ \tau_x^3)\ V_o = (1 + a\ \tau_x + b\ \tau_x^2 + c\ \tau_x^3)\ \frac{q_x}{\gamma},$$

$$\text{also ist E) } \varphi\ (\tau - \tau_x) = \frac{a\ (\tau - \tau_x) + b\ (\tau^2 - \tau_x^2) + c\ (\tau^3 - \tau_x^3)}{1 + a\ \tau_x + b\ \tau_x^2 + c\ \tau_x^3}$$

Nun wollen wir das Volum w_x bestimmen, welches die Masseneinheit des Wassers bei τ_x Graden einnahm, ehe das Wasser von τ_x Grade auf τ Grade erwärmt wurde.

Ist γ das Gewicht der kubischen Einheit (Volumeinheit) des Wassers bei o Graden, so ist $\frac{1}{\gamma}$ das Volum der Gewichtseinheit (Masseneinheit) desselben Wassers bei o Graden. Es ist also $w_x = \frac{1 + a\ \tau_x + b\ \tau_x^2 + c\ \tau_x^3}{\gamma}$.

Die Masse des Wassers $= q_x$, welche von irgend einer Temperatur $\tau_x = y$, auf die Normaltemperatur τ erhöht wird (indem jene Masse, mit der Wassermasse Q von der Normaltemperatur T, vermischt wird), jene Masse q_x ist eine Function von $\tau - y$, die wir bereits bestimmt haben.

Wir setzen aber hier allgemein $q_x = \psi\ (\tau - y)$; und daher ist, nach der schon angenommenen Bezeichnungsweise $\frac{f_x^{(d)} - f_x^{(o)}}{q_x} = \frac{N}{\psi\ (\tau - y)}$. Ferner ist das auf die Ein-

heit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft $= B\left(\frac{A\,.\,N}{\psi\,(\tau - y)} - \right.$ $\left. - \varphi\,(\tau - y)\,w_x\right)$, wenn das Wasser von y° auf τ° der Temperatur erhoben wird. In beiden Ausdrücken sind N, τ, A, B, konstante Größen.

Es ist daher $B\left(\frac{A.N.\psi'(\tau - y)\,dy}{[\psi\,(\tau - y)]^2} - \frac{a}{\gamma}\,dy - \frac{2b}{\gamma}\,ydy - \frac{3c}{\gamma}\,y^2dy\right)$ *), wobei nach dem Differenziren die Zeichen (—) geändert wurden, der Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y+dy)^\circ$ der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Increment der Temperatur y° darstellt.

Aus ähnlichen Gründen ist $\frac{N.\psi'\,(\tau - y)\,.\,dy}{[\psi\,(\tau - y)]^2}$, wobei nach dem Differenziren das Zeichen (—) geändert wurde, deren Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der Wärmekraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y+dy)^\circ$ der Temperatur erhoben werden soll, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Increment der Temperatur y° darstellt.

Bezeichnen wir daher durch z das auf die Einheit der Wassermasse erforderliche Moment der Wärmekraft, um die Einheit der Wassermasse von a° auf y° der Temperatur zu erheben ($a < y$, und a konstant, hingegen y veränderlich); so ist

$$dz = \frac{N\,.\,\psi'\,(\tau - y)\,dy}{[\psi\,(\tau - y)]^2}, \text{ also } z = \frac{N}{\psi\,(\tau - a)} - \frac{N}{\psi\,(\tau - y)}$$

Es wird also durch ein Moment der Wärmekraft Z eine Wassermasse M, von a° auf y° erwärmt, wenn I) $Z = \frac{MN}{\psi\,(\tau - a)} - \frac{MN}{\psi\,(\tau - y)}$ ist**).

---

*) Hier ist die Bezeichnungsart angenommen, wie in der theorie des fonctions analytiques par Lagrange.

**) Nach den calorimetrischen Versuchen von Lavoisier und Laplace, würde folgen, es sey Z dem y proportional, wenn angenommen werden dürfte, es sey die geschmolzene Eismasse im

Dieß Resultat ist nicht blos für die Wissenschaft von dem höchsten Interesse, sondern auch für die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens sehr wichtig. Wir dürfen mit ziemlicher Genauigkeit annehmen, daß bei gut konstruirten Heitzungen der Kessel (wie z. B. an den neuesten englischen Dampfmaschinen) das Moment der Wärmekraft, das auf die Flüssigkeit wirkt, dem verbrannten Brennstoff = S proportional sey; daher denn letztere Gleichung auch die Brennstoffquantität angibt, die erfordert wird, um eine Flüssigkeit von der Masse M von a° auf y° zu erwärmen, wenn man Z durch C . S substituirt, worin C eine Konstante ist, die aus einem verlässigen Versuche bestimmt werden muß.

Drücken wir aus der letzten Gleichung, y durch Z oder durch C . S aus, so ist II) y = = Ψ (M, N, τ, a, Z) = Ψ (M, N, τ, a, C . S), worin blos y Z S veränderlich sind. Hier ist die Temperatur y ausgedrückt, zu welcher die Wassermasse M vom Temperaturgrade a aus durch das Moment der Wärmekraft Z, oder durch den verzehrten Brennstoff S, erhoben wird.

Aus der uns bekannten Form des Ausdrucks $\psi(\tau - y)$ sind wir im Stande, diese zwei letzten blos durch allgemeine Functionen ausgedrückten Gleichungen, auf eine bestimmte Weise anzusetzen:

Die Gleichung I lautet folgendermaßen: $Z = \frac{M.N}{(a+5)g} - \frac{M.N}{(y+5)g}$,

Die Gleichung II lautet folgendermaßen: $y = \frac{a.M.N + 5Z(a+5)g}{MN - Z(a+5)g}$.

Drücken wir den konstanten Coeffizienten $\frac{N}{g}$ durch L aus, und bezeichnen die durch Z hervorzubringende Temperaturerhöhung y — a durch δ, so läßt sich die vorletzte Gleichung folgendermaßen ausdrücken: $Z = M.L.\left(\frac{\delta}{(a+5)(a+\delta+5)}\right)$. Hieraus folgt, daß (unter übrigens gleichen Umständen) einerlei Temperaturerhöhung δ durch ein kleineres Moment der Wärmekraft erhalten werde, wenn die ursprüngliche Temperatur a größer ist. So bedarf es z. B. weniger Brennstoff, um M von 60° auf 70° zu erhitzen, als um es von 10° auf 20° zu erhitzen.

Calorimeter dem Momente der Wärmekraft proportional, wogegen ich aber manchen Zweifel hege. Beim Uebergehen eines Körpers aus dem krystallinischen in den flüssigen Zustand, und umgekehrt, scheint die Wärmekraft blos als die Hindernisse aufhebend zu erscheinen, hingegen der Uebergang aus einem Aggregatzustande in den andern, als eine eigene Action aufzutreten, die gar wohl einem eigenthümlichen Gesetze folgen könnte. Wasser friert bei mehrern Graden unter dem Frierpuncte, erst bei Berührung mit Eisnadeln, u. s. w.

Um einerlei Wassermasse M von einerlei Temperatur a um die Grade δ° und δ' zu erhöhen, bedarf es der Wärmemomente Z und Z′, die aber nicht den Temperaturerhöhungen proportional sind, denn es folgt aus obiger Gleichung folgendes Verhältniß: $Z : Z' = \delta\,(a+5+\delta') : \delta'\,(a+5+\delta)$.

Der aus obiger Gleichung sich ergebende Ausdruck $Z = \frac{M.L}{5} \cdot \frac{\delta}{(5+\delta)}$ für das Moment der Wärmekraft, oder für das unmittelbare Calorifiziren, welche entsprechen dem Zuwachse des mittheilenden Volumifizirens, von Seite der Wassermasse M gegen des Thermometers Quecksilbermasse, wenn M ursprünglich das Thermometer auf 0° versetzte; jener Ausdruck liefert die Scale zu einem *eigentlichen Thermometer*. Unsere bisherigen Thermometer sind nämlich bloße *Thermoskope*. Es würde aber Reaumür's Thermoskop zu einem *Thermometer*, wenn statt der Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, ... die denselben entsprechenden Abtheilungen folgendermaßen bezeichnet würden $\frac{M.L}{5} \cdot \frac{1}{6} = \frac{A}{30}$, $\frac{M.L}{5} \cdot \frac{2}{7} = A \cdot \frac{2}{35}$ $\frac{M.L}{5} \cdot \frac{3}{8} = A\,\frac{3}{40}$ u. s. w.

Stiege z. B. an dem in die Wassermasse M getauchten Thermoscope das Quecksilber auf die Abtheilung + 3, folglich am Thermometer auf die Abtheilung bezeichnet durch $\frac{3}{40}$ A, so wüßten wir, daß in M ein Wärmemoment $= \frac{3}{40}$ A über jenes Wärmemoment hinaus gewirkt habe, durch welches letztere ursprünglich M das Thermometer auf 0 versetzte.

Da wir den Geist der Gesetze am Calorifiziren vorzüglich mit dem Geiste der Gesetze am Mechanifiziren in Parallele zu setzen streben, so wollen wir hier Folgendes mit einander vergleichen: *Das Gesetz für die Zunahme des mittheilenden Volumifizirens (bei Wasser gegen das Thermometer), und für das entsprechende Moment der Wärmekraft, mit dem Gesetze für die Zunahme des mittheilenden Motuifizirens (beim Stoße von M gegen m′, oder von m gegen m′, wenn m′ gegen M und m verschwindet, wenn m′ vollkommen hart, M vollkommen hart, und m vollkommen elastisch ist), und für das entsprechende Moment der mechanischen Kraft.*

Das dem Calorifiziren entsprechende Gesetz entspricht der Gleichung $\delta = \frac{(a+5)^2 Z}{M.L-(a+5).Z}$

Das dem Mechanifiziren entsprechende Gesetz entspricht den Gleichungen $S = \frac{2g\ R.}{M}$ oder $5 = \frac{4g\ r}{m}$ je nachdem der an m′ stoßende Körper M oder m′, vollkommen hart oder elastisch ist. Dieß ergibt sich aus folgendem Kalkül.

Als M noch von keiner Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit C, als es aber durch das Moment R der mechanischen Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit $\frac{C}{R}$; diese beiden Fälle vor dem Stoße mit m′ angenommen. Durch den Stoß gewann das mit der Geschwindigkeit c′ laufende m′ an Geschwindigkeit, im ersten Falle $= \frac{M\ (C - c')^{*)}}{M + m'} = C - c'$ im zweiten Falle $= \frac{M}{M + m'}\left(\frac{C}{R} - c'\right) = \frac{C}{R} - c' = C + \frac{2\,g\,R}{M} - c'$, worin g die Beschleunigung der Schwere ist. Daher hat M am mittheilenden Motuifiziren, durch Einwirken des Momentes R, zugenommen um $S = \frac{2\,g\,R}{M}$. Hier ist das Increment S dem R proportional (da hingegen δ dem Z nicht proportional ist); ferner ist das Increment S unabhängig von der Geschwindigkeitsvermehrung in m′ vor Einwirken von R auf M (da hingegen δ von a abhängt).

Als m noch von keiner Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit c; als es aber durch das Moment r der mechanischen Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit $\frac{c}{r}$; diese beiden Fälle vor dem Stoße mit m′ angenommen. Durch den Stoß gewann das mit der Geschwindigkeit c′ laufende m′ an Geschwindigkeit im ersten Falle $= 2\ (c - c')^{**)}$, im zweiten Falle $= 2\left(\frac{c}{r} - c'\right) = 2\left(c + \frac{2\,g\,r}{m} - c'\right)$ worin g die Beschleunigung der Schwere ist: daher hat m an mittheilendem Motuifiziren durch Einwirken des Moments r zugenommen um $s = \frac{4\,g\,r}{m}$.

Hier ist das Incrementum s dem r proportional (da hingegen δ dem Z nicht proportional ist); ferner ist das Increment s unabhängig von der Geschwindigkeitsvermehrung in m′ vor Einwirken von r auf m (da hingegen δ von a abhängt).

Es versteht sich, daß alles hier Gesagte über das Verhältniß zwischen Temperaturerhöhung y und Wärmemoment Z, blos innerhalb der Grenzen des Frier- und Siede-

---

*) Nach den bekannten Gleichungen der Stoßtheorie: $MC + m'c' = MV + m'v'$, und $V = v'$.

**) Nach den bekannten Gleichungen der Stoßtheorie: $m\,c + m'\,c' = m\,v + m'\,v'$ und $m\,c^2 + m'\,c'^2 = m\,v^2 + m'\,v'^2$.

punctes gelte, welche Puncte von der Natur der Flüssigkeit und dem jedesmaligen Barometerstande abhängig sind*).

Durch die Gleichungen

$$\text{III).}\quad U = M \cdot B \left(\frac{A \cdot N}{\psi(\tau - a)} - \frac{A \cdot N}{\psi(\tau - y)} - [\varphi(\tau - a) - \varphi(\tau - y)]\, w_x \right), \text{ und}$$

IV). $y = \Phi\,(M, N, \tau, a, B, A, U, w_x)$, wobei letztere Gleichung aus ersterer entstand, indem man y allein auf eine Seite der Gleichung brachte, ist das Moment der bedingenden Kraft U ausgedrückt durch den Temperaturgrad y, auf welchen die Wassermasse M, vom Temperaturgrade a aus, erhoben wird; und umgekehrt.

Wenn die Wassermasse M von der Temperatur a, mit der Wassermasse M′ von der Temperatur a′ (ohne Wärmeverlust**)) vermischt wird; so ist, während der Dauer des Streites zwischen beiden Massen, eine Wärmekraft wirksam, welche (nach dem Gesetze der

*) Käme es darauf an, die Gleichung zwischen y und Z dergestalt anzusetzen, daß diese Gleichung auch das Gesetz des konstanten Werthes von y über den Siedepunkt hinaus ausdrückt, so müßte durch eine Function von $Z = \lambda\,(Z)$ ausgedrückt werden, über welche sich folgende Betrachtungen anstellen ließen. Ist Z das zur Erwärmung der Wassermasse M von $0°$ bis $y°$ erforderliche Wärmemoment, so folgt aus der schon begründeten Gleichung $Z = \frac{M \cdot N}{5g} - \frac{M \cdot N}{(y+5)g} = \frac{M \cdot L}{5} - \frac{M \cdot L}{(y+5)}$ die Gleichung $y = \frac{25\,Z}{M \cdot L - 5Z}$. Mit dieser letzten Function nun müßte $\lambda\,(Z)$ gleichgeltend seyn, so daß beide Ausdrücke identisch wären, insofern in beide statt Z irgend ein Werth von o bis ſ substituirt würde, wenn ſ den Siedepunct des Wassers ausdrückt. Jedoch müßte $\lambda\,(Z)$ überdieß noch die Eigenschaft haben, daß (nach Lagrange Bezeichnung der ersten abgeleiteten Function) allgemein $\lambda'\left(\frac{M \cdot L \cdot ſ}{5\,(ſ+5)} + \omega\right) = 0$ werde, insofern ω einen positiven Werth hat. Noch muß bemerkt werden, daß ſ insofern konstant sey, als von einem bestimmten Barometerstande der auf das zu erwärmende Wasser drückenden Atmosphäre die Rede ist; daß hingegen ſ mit den verschiedenen Werthen jenes Barometerstandes ändere (wenn die Reihe von Versuchen über Wasserwärmen unter verschiedenem atmosphärischen Drucke wiederholt wird). Der jedesmalige Werth von ſ läßt sich aus Soldners (nach Dalton's Versuchen berechneten) Formel (S. 109. in den Skizzen .....) finden, wenn man erwäget, daß der Barometerstand der dem siedenden Wasser entsteigenden Dämpfe jedesmal dem zugleich statthabenden Barometerstande der Atmosphäre gleich komme.

**) Ohne Wärmeverlust heißt hier nicht (wie nach der Ansicht des Atomistikers) ohne Entweichen von Wärmestoff in andere Körper außerhalb M und M′, sondern es heißt (nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen): ohne Mittheilung der calorifizirenden Action von M und M′ aus gegen andere Körper (z. B. die Wände des die Flüssigkeiten M und M′ einschließenden Gefäßes) oder: ohne daß eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur calorifizirenden Action vor sich gehe, weder zwischen M und einem dritten Körper, noch zwischen M′ und einem dritten Körper, sondern daß jene Umstimmung blos zwischen M und M′ vor sich gehe.

Gleichheit zwischen Action und Reaction) binnen jedem Zeitelemente gleich stark positiv und negativ auf beide Massen wirkt. Wenn endlich der Streit nach Temperaturausgleichung vorüber ist, und beide Massen die gemeinschaftliche Temperatur y erlangt haben, so sind beide Massen durch einerlei Moment der Wärmekraft von entgegengesetzten Werthen, influenzirt worden; es besteht daher (Gleichung 1) die Gleichung (worin das Positive einem negativ genommenen Negativen gleichgesetzt):

$$\psi\ (\tau - y) = \frac{\psi\ (\tau - a)\ .\ \psi\ (\tau - a')\ (M + M')}{M\ .\ \psi\ (\tau - a') + M'\ \psi\ (\tau - a)}$$

woraus sich der gemeinschaftliche Wärmegrad y des Gemenges folgendermaßen finden läßt.

Es ist $\psi\ (\tau - y) = (y+5)\ g$, daher gibt obige Gleichung durch gehörige Substitution: $(y+5)\ g = \frac{(a+5)\ g\ .\ (a'+5)\ g\ (M+M')}{M\ (a'+5) + g\ M'\ (a+5)\ g}$, woraus folgt:

$$y = \frac{(a+5)\ (a'+5)\ (M+M')}{M\ (a'+5) + M'\ (a+5)} - 5 = \frac{a\ .\ M\ (a'+5) + a'\ .\ M'\ (a+5)}{M\ (a'+5) + M'\ (a+5)}$$ *)

Hieraus folgt für $M' = o$, oder für $a' = a$, der Werth $y = a$, welches auch so seyn muß.

Soll zu der Wassermasse M von der Temperatur a so viel Wasser M' von der Tem-

---

*) Es könnte gegen die Form dieses Ausdrucks für die gemeinschaftliche Temperatur y folgender Einwurf gemacht werden: Hätte man diesen Ausdruck aus Versuchen am calorimetrischen Apparate hergeleitet, wobei man das Normalwasser, statt es durch die jedesmalige zugegossene Wassermenge um 5 Grade zu erniedrigen, um eine andere konstante Anzahl von Graden erniedrigt hätte, z. B. beständig um 2 Grade; so hätte man für y einen Ausdruck erhalten, der einem ganz andern Werthe entspräche, als obiger; man hätte nämlich für y obigen Ausdruck erhalten, in welchem durchaus statt der Zahl 5 die Zahl 2 vorkommen möchte. Allein dieser Einwurf ist aus folgenden Gründen falsch: Der Ausdruck für $\psi\ (\tau - \tau_x)$, welcher durch Versuche und Interpoliren gefunden ward, nähert sich nur in sofern seinem wirklichen Werthe, als jener Ausdruck gerade aus jener Reihe von Versuchen entwickelt ward, wobei das Normalwasser fortan um 5 Grade abnahm. Hätte man das Normalwasser beständig um 2 Grade abnehmen machen, so hätte man aus der sich hierauf beziehenden Reihe von Versuchen und durch Interpoliren gar wohl auf einen Ausdruck für $\psi\ (\tau - \tau_x)$ kommen können, der von der Form des vorhergehenden gänzlich verschieden gewesen wäre, so daß nämlich in den zweierlei Ausdrücken für $\psi\ (\tau - \tau_x)$ die Zahlen 5 und 2 auf sehr verschiedene Weise verwebt vorkommen möchten. Dann würde aber auch in dem zweifachen Ausdrucke für y eine verschiedene Verwebungsart der Zahlen 5 und 2 Statt gefunden haben; das heißt: Hätte man den Ausdruck für y aus jener Reihe von Versuchen entwickelt, die sich auf das konstante Erniedrigen des Normalwassers um 2 Grade bezieht, so hätte man für y einen Ausdruck erhalten, in welchem zwar statt der Zahl 5 die Zahl 2 vorgekommen wäre, jedoch auf eine ganz andere Weise verwebt, als die Zahl 5 in obigem Ausdrucke verwebt ist; und zwar so, daß beiderlei Ausdrücke für y approximative einerlei numerischem Werthe entsprechen möchten, so oft man in beiderlei Ausdrücke einerlei Werthe in Zahlen für M, M', a, a', substituirt hätte.

peratur a′ hinzugegossen werden, daß das Gemische die Temperatur y erhalte, so muß das zugegossene Wasser folgenden Werth, in Gewichtmaß ausgedrückt, erhalten.

$$M' = \frac{(a' + 5)(a - y) . M}{(a + 5)(y - a')}$$ wie aus obiger Gleichung folgt.

Wenn ein Körper in einem umgebenden Mittel abkühlt, und zugleich das umgebende Mittel erwärmt, z. B. eine erhitzte Metallkugel in einer eingeschlossenen Portion kalter Luft, so ist dieß, nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinung, das Resultat der sich auf Wärmeaction beziehenden Wechselwirkung zwischen dem Körper und dem umgebenden Mittel. Hiernach wird, zur Erklärung, eben so wenig das Uebertreten von Wärmestoff aus einer Masse in die andere erforderlich, als das Uebertreten eines Bewegungsstoffes aus dem stoßenden Körper in den gestoßenen Körper, in der Theorie des Stoßes, nothwendig ist, obgleich der stoßende Körper an mechanischer Action verliert, hingegen der gestoßene Körper an mechanischer Action gewinnt.

Beim Abkühlen eines Körpers in einem umgebenden Mittel, und beim gleichzeitigen Erwärmen dieses Mittels durch jenen Körper, geht zwischen diesen zweierlei Körpern ganz dasselbe vor sich, als an dem weiter oben betrachteten Kalorimeter zwischen Wasser und Wasser. Aus der auf zweckmäßige Versuche gestützten Theorie über die, allgemein zwischen jeglichen zwei Körpern Statt findende calorifizirende Wechselwirkung, möchten sich, für die Werthe der hiernach entstehenden veränderten calorifizirenden Aeußerungen, verschiedenartige analytische Ausdrücke ergeben; eben so, wie die in der Theorie des Stoßes, verschiedenartige Ausdrücke für die resultirenden mechanifizirenden Aeußerungen (Bewegungen nach dem Stoße) erhalten, je nachdem die sich stoßenden Körper von verschiedener Natur sind, nämlich elastisch, hart, weich, oder anders geartet (z. B. bis auf gewisse Grade hart und dabei unvollkommen elastisch.)

Wir begnügen uns hier damit, nur einige Hauptmomente aus dergleichen Untersuchungen anzuführen.

Die calorifizirende Wechselwirkung der Massen gegen einander ist größer oder kleiner (das Abkühlen und Erwärmen der einen durch die andere geht schneller oder langsamer vor sich), je nachdem der Typus zur Wärmeaction in beiden Massen auf einen mehr oder minder verschiedenen Grad geweckt ist.

Ist das umgebende Mittel m als von unendlicher Ausdehnung im Verhältnisse zu M anzunehmen, z. B. unbegrenzte Luft, so ist das Resultat dieser Wechselwirkung blos am Körper M wahrnehmbar, nicht am unbegränzten Mittel m; da das auf die Masseneinheit des unbegrenzten Mittels m ausfallende Moment der Wärmekraft $= \frac{\int p\,dt}{\infty} = 0$ ist. Ueberdieß nimmt M denselben Grad der kalorifizirenden Aeußerung an, als ursprüng-

lich das umgebende Mittel m. Eine heiße Metallkugel M kühlt in unbegrenzter Luft m auf den ursprünglichen Temperaturgrad der Luft ab, ohne dieselbe zu erwärmen.

Eben so ändert sich zwar die Geschwindigkeit C der Masse M, wenn diese an die mit der Geschwindigkeit c laufende Masse $m = \infty$ stößt, allein die Geschwindigkeit c erleidet keine Veränderung; und überdieß ist, wenn M und m hart oder weich sind, die resultirende Geschwindigkeit V von M der ursprünglichen Geschwindigkeit c von m gleich. Denn es ist, aus der bekannten Theorie des Stoßes bei vollkommen harten und weichen Körpern, $MC + mc = MV + mv = (M + m) V = (M + m) v$, also $V = \frac{MC + mc}{M + m} = c$, und eben so $v = \frac{MC + mc}{M + m} = c$. Beziehen wir diese Betrachtung auf den Stoß vollkommen elastischer Körper, so ist zwar die Geschwindigkeit c des m unverändert geblieben; allein die Geschwindigkeit C des M ist nicht in jene c verwandelt werden. Denn es folgt aus der bekannten Theorie des Stoßes bei elastischen Körpern: $MC + mc = MV + mv$ und $MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2$, folglich $V = C - \frac{2m}{M+m}(C - c)$ und $v = c + \frac{2M}{M+m}(C - c)$, daher für $m = \infty$ sich ergibt: $V = 2c - C$ und $v = c$.

Der Prozeß der calorifizirenden Wechselwirkung des wechselseitigen Erwärmens und Abkühlens des einen Körpers durch den andern, hat daher weit mehr Analogie mit dem Prozesse des Bewegungstausches bei harten und weichen, als mit demselben Prozesse bei elastischen Körpern. Wenigstens scheint dieß so bei unsern vielleicht nicht genugsam empfindlichen Thermometern. Denn sogleich soll gezeigt werden, daß, strenge genommen, die Temperatur des in der Luft auskühlenden Körpers nie vollkommen der ursprünglichen Lufttemperatur gleich werde; daß also der hier Statt findende Prozeß des Wärmeaustausches analog sey jenem Prozesse des Bewegungsaustausches, welcher Statt findet bei Körpern, die weder vollkommen hart oder weich noch vollkommen elastisch sind, wie dieß eigentlich bei allen uns bekannten Körpern der Fall ist, da vollkommene Härte, Weiche und Elasticität blos Ideale sind, die wir in der Natur nirgend antreffen.

Nennen wir T die Temperatur des erhitzten, und allmählig in der Luft erkaltenden, Körpers am Ende irgend einer Zeit t; ferner T_0 und t_0 die Temperaturen desselben Körpers und der umgebenden Luft zu Anfange der Zeit t, so besteht folgende (aus den Erscheinungen hergeleitete) Gleichung*): $\log. (T - t_0) = \log (T_0 - t_0) - At$.

Sollte dieß Gesetz nicht blos innerhalb gewisser Grenzen Statt finden, sondern allge-

---

*) Biot traité de physique T. IV.

mein, für jeden Werth von t, so würde daraus folgen, daß $\mathfrak{T}$ nie $= t_0$ werde, da für $\mathfrak{T} = t_0$ folgt: $t = \infty$, ein Gesetz, das eben so wenig ungereimt ist, als jenes des endlichen Werthes am Flächeninhalte, der durch die Hyperbel und durch die als Abscissenaxe angenommene Asymptote eingeschlossen ist, und der einem unendlich großen Werthe der Abscisse entspricht. Es scheint uns freilich in den Versuchen, daß endlich $\mathfrak{T} = t_0$ werde; besitzen wir denn aber schon solche Thermometer, die uns die Wärmegrade nicht blos näherungsweise angeben? kann es nicht seyn, daß das Thermometer uns beide Körper als von gleicher Temperatur angibt, indeß doch noch ein sehr kleiner Unterschied in beiden Temperaturen obwaltet?

Aus obiger Gleichung folgt $\frac{d\mathfrak{T}}{\mathfrak{T} - t_0} = - A\,dt$, und näherungsweise $\Delta\mathfrak{T} = - A\,(\mathfrak{T} - t_0)\,\Delta t$, wenn $\Delta\mathfrak{T}$ und Δt die endlichen sehr kleinen Incremente der Temperatur und der Zeit ausdrücken, welche durch die Zunahme irgend einer Zeit t zugleich Statt finden.

Die letztere Gleichung, welche sich auch so ansetzen läßt, $\Delta\mathfrak{T} = - A(\mathfrak{T}_0 - t_0)\,\frac{\Delta t}{a^{At}}$, und worin A und a konstante Größen sind, drückt aus die Abnahme der Temperatur des in der Luft abkühlenden Körpers, binnen einem kleinen Zeitmomente Δt, das in jenem Augenblicke der Abkühlungsperiode t angenommen wird, wo der Körper die Temperatur $\mathfrak{T}$ erreicht hat. Hieraus läßt sich die zugleich Statt findende Abnahme des mittheilenden Volumisirens leicht bestimmen, welches der in der Luft erkaltende Körper gegen die Merkurmasse des Thermometers ausübt. Aus den bisherigen Betrachtungen sind wir im Stande, das Gesetz analytisch auszudrücken, welches besteht zwischen der im Streite um Temperaturausgleichung wirksamen Wärmekraft P, und zwischen der entsprechenden Zeit t; für den Fall nämlich, wo ein Körper, dessen Masse $= M$ ist, in einem unbegrenzten Mittel (z. B. in freier Luft) auskühlt (durch Einwirken der auf Luft und M positiv und negativ einwirkenden Wärmekraft P).

Es ist $d\mathfrak{T} = - A.\mathfrak{T}.dt + A.t_0 dt$, ferner ist $dZ = P dt = \frac{M.N.d\mathfrak{T}}{(\mathfrak{T}+5)^2 g}$ wie wir da zeigten, wo das Wärmemoment Z bestimmt wurde, wodurch die Masse M erwärmt werden soll von a° auf y°. Da hier M von $\mathfrak{T}_0$ Graden auf $\mathfrak{T}$ Grade abgekühlt wird, so ist $d\mathfrak{T} = -$.

Durch Substitution von dt, aus der ersten in die letzte Gleichung, erhalten wir für P den negativen Ausdruck: $P = \frac{M.N}{(\mathfrak{T}+5)^2 g}.A\,(t_0 - \mathfrak{T})$. Aus dieser Gleichung zwischen

abnehmender Temperatur und der negativ wirkenden Wärmekraft, ergibt sich die Gleichung zwischen dieser Kraft und der entsprechenden Zeit; denn es folgt aus der allerersten Gleichung folgende: $T = t_o + \frac{G}{e^{At}} = t_o + \frac{T_o - t_o}{e^{At}}$, worin G die durch Integration in Rechnung gekommene Konstante, und e die Basis der natürlichen Logarithmen ist; man darf daher nur diesen Werth von T in obiger Gleichung substituiren.

Der mit der fortschreitenden Zeit t, und mit der zugleich abnehmenden Temperatur T sich fortan ändernde negative Werth von P, den wir $= KM \frac{(T - t_o)}{(T + 5)^2}$ setzen können (worin K konstant), fängt gleich mit der Zeit t unter einem endlichen Werthe an, d. h. er verschwindet nicht mit t, denn für t = o haben wir $P = - K . M . \frac{(T_o - t_o)}{(T_o + 5)^2}$ welches sehr natürlich ist, da die Abkühlung des M nicht früher beginnen kann, als von dem Augenblicke an, wo eine endliche Wärmekraft angefangen hat, auf M negativ einzuwirken. Diese Wärmekraft verschwindet nicht eher, als bis $T_o = t_o$ wird, welches (wie schon gezeigt wurde) erst nach einer Abkühlungsperiode $t = \infty$ erfolgen könnte. Wäre dieß nicht der Fall; möchte nämlich nach einer endlichen Zeit die Temperatur des abkühlenden M jener der Luft gleich kommen, so müßte über diesen Zeitpunkt hinaus sich eine Oszillation von Erwärmung und Abkühlung in M einstellen, da die auf die Luft durch M begonnene Einwirkung nicht mit einemmale aufhören könnte, sondern durch den Widerstand gegen diese Einwirkung erst getilgt werden müßte u. s. w. nach ähnlichen Ansichten als bei einem Pendel.

Wir gehen nun zu einer ganz eigenthümlichen Aeußerung des Calorifizirens über. Versuche (vorzüglich angestellt von Mariotte, Pictet, Saussure) beweisen nämlich, daß ein wechselseitiges Erwärmen und Abkühlen zwischen den Körpern M und m auch dann bestehen könne, wenn sie einander nicht berühren; daß also eine Wärmeaction in Distanz Statt finde. Wir tragen kein Bedenken, in einem solchen Falle die Erscheinung strahlende Wärme (mit dem Atomistiker) zu nennen; nur denken wir uns aber hiebei nicht eine ausstrahlende Materie (Wärmestoff), sondern eine ihre Operationslinie, von ihrem Centralpunkte aus, nach allen Seiten hin entwerfende Kraft, in deren Wesenheit zu dringen wir nicht wagen, wol auch dessen nicht bedürfen. So betrachten wir denn also die strahlende Wärme auf eben die Weise, als die Action des Leuchtens*),

---

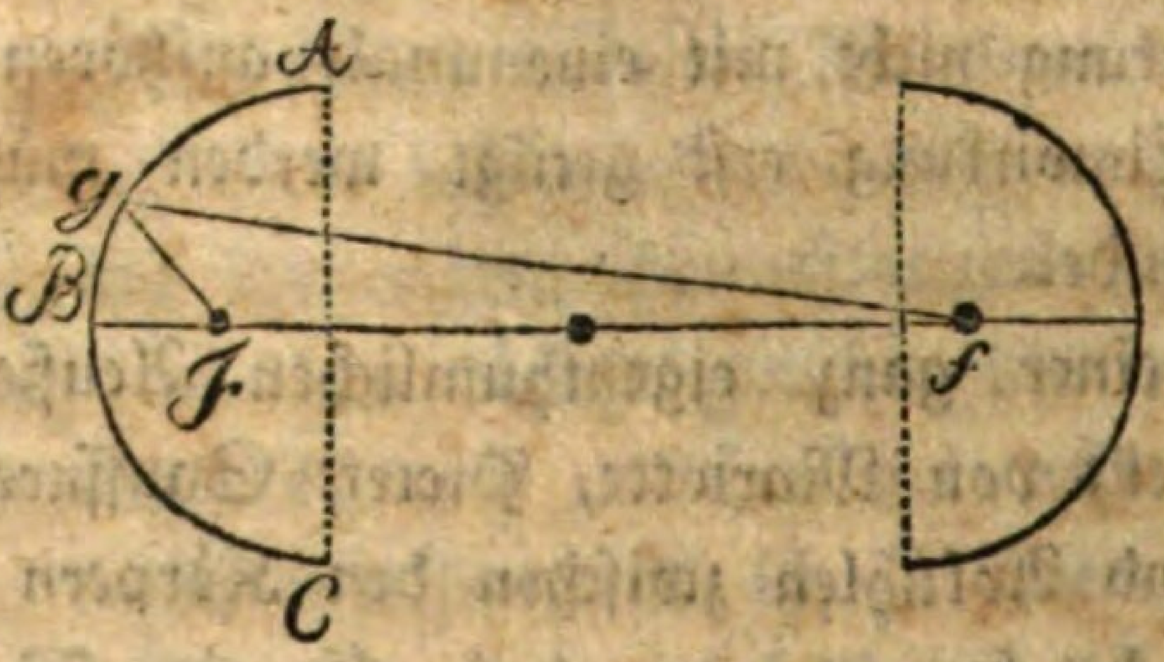
*) Die Wärmeaction äußert sich am wärmenden Körper durch eigenes Volumifiziren, am erwärmten Körper durch Aufforderung zum Volumifiziren. Die Leuchteaction äußert sich am leuchtenden

(mathematische Entwickelung der Lichterscheinungen in den Skizzen ....), oder als die Action des Anziehens (Attraction) u. s. w.

Uns ist die Erscheinung der strahlenden Wärme, das Verbindungsglied zwischen dem Calorifiziren und Lumifiziren, ein Mittelding aus beiden, ein Lumicalorifiziren. Es darf uns daher nicht befremden, wenn wir an jener verknüpfenden Erscheinung dieselben Gesetze wiederholt erblicken, die wir theils am Lumifiziren, theils am Calorifiziren beobachten können.

Der stärker beleuchtete Körper erhöht das Leuchten des schwächer beleuchteten; und eben so erhöht der stärker calorifizirende Körper das Calorifiziren des schwächer calorifizirenden; im ersten Falle verliert der leuchtende Körper nichts an seiner Fähigkeit zu leuchten, wol aber verliert der calorifizirende Körper an seiner Fähigkeit zu calorifiziren; (hierüber soll bald ein Mehreres gesagt werden). Die katoptrischen und dioptrischen Gesetze des Lumifizirens folgen aus der Natur und Wesenheit des (blos als eigenthümliche Action des lumifizirenden Körpers betrachteten) Lumifizirens, ohne Annahme von Lichtstoff (mathematische Entwickelung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen). Eben so lassen sich die katoptrischen und dioptrischen Gesetze an den Erscheinungen der strahlenden Wärme am Lumicalorifiziren, aus der Natur und Wesenheit des Lumifizirens und zugleich des Calorifizirens, ohne Annahme von Lichtstoff und Wärmestoff, herleiten.

Wird in einem hohlen Elliptoide mit glatter Innenwand



ein leuchtender Körper in den einen Brennpunct F gesetzt, so wird ein dunkler Körper im andern Brennpuncte f beleuchtet; das Lumifiziren conzentrirt sich im Puncte f; denn jedes von F beleuchtete Element g des Spiegels A B C entwirft die zwei Hauptoperationslinien

Körper durch Verkünden des eigenen Standpunctes im Raume, am beleuchteten Körper durch Aufforderung zum Verkünden des Standpunctes im Raume. Hieraus ergibt sich die Analogie zwischen Calorifiziren und Lumifiziren; beide Actionen beziehen sich auf den Raum; erstere aber auf das Erfassen des Raums, letztere hingegen auf das Verkünden des schon erfaßten Raumes. Beide Actionen mögen wol da in einander übergehen, wo die Phänomene der strahlenden Wärme (im oben erklärten Sinne) eintreten.

(bei seinem Lumifiziren) gF und gf. Es werde der Körper in f durch jenen in F wie immer stark oder schwach beleuchtet; sey nämlich die (sich aufs Lumifiziren beziehende) Wechselwirkung zwischen diesen Körpern stärker oder schwächer, so hat dieß keinen Einfluß auf die Fähigkeit fernerhin zu lumifiziren am Körper in F; denn es liegt einmal in der Natur des Lumifizirens, daß sich das Leuchtende durch das Leuchten selbst nicht erschöpft (wovon der Grund weiter unten gesucht wird). Anders verhält sich die Sache, wenn der in F befindliche Körper nicht ein leuchtender, sondern ein wärmestrahlender, ein lichtförmig calorifizirender ist; denn hier combinirt sich die Natur des Lumifizirens mit jener des Calorifizirens. Es tritt hier das dem Lumifiziren eigene katoptrische Gesetz hervor, zugleich aber auch das dem Calorifiziren zukommende Gesetz, daß der calorifizirte Körper (in f) auf Unkosten des calorifizirenden (in F) calorifizirt werde. Wird in F eine heiße Metallkugel, in f ein Stückchen Eis gebracht, so schmilzt das Eis (das Calorifiziren wird gesteigert) und zugleich kühlt die Metallkugel ab (das Calorifiziren wird herabgestimmt). Analysiren wir diese Erscheinung ihrem Verlaufe nach, so stellt sie sich der Idee folgendermaßen dar:

g wird durch F lumicalorifizirt (in g wird der Typus zum Wärmestrahlen zum Lumicalorifiziren geweckt); g entwirft daher (nach dem Gesetze des Lumifizirens) die Hauptoperationslinien gF und gf. Indem g die Hauptoperationslinie gf entwirft, so weckt es den Typus zum Lumicalorifiziren am Körper in f, nämlich am Eise. Der bestehende große Unterschied am Lumicalorifiziren in f und in g hat eine energische Wechselwirkung zwischen f und g zur Folge, es wird daher die Fähigkeit des Punctes g, das Lumicalorifiziren zu wecken, bedeutend herabgestimmt, und hiemit das Calorifiziren von g selbst (nach dem Gesetze des Calorifizirens). Indem aber das Lumicalorifiziren in g sinkt, wächst der Unterschied in der Stärke des Lumicalorifizirens zwischen F und g, wodurch dann die Wechselwirkung zwischen F und g gesteigert wird; hiedurch sinkt aber zugleich in F die Fähigkeit, das Lumicalorifiziren zu wecken (nach dem Gesetze des Calorifizirens), und hiemit das Lumicalorifiziren des F selbst. Das Eis in f erniedrigt also das Lumicalorifiziren in g, und hiernach erniedrigt das g das Lumicalorifiziren in F. Die Conzentration des Lumicalorifizirens in f erfolgt rein nach dem Gesetze des Lumifizirens; die Herabstimmung des Lumicalorifizirens in F hingegen erfolgt rein nach dem Gesetze des Calorifizirens. So interpretiren wir denn also die hier angeführte Erscheinung, ohne Annahme eines ausstrahlenden Wärmestoffs oder wol gar eines Kältestoffs.

Das Lumicalorifiziren kann sich als ein noch deutlicherer Uebergang vom Calorifiziren zum Lumifiziren aussprechen, als wir es hier zeigten, wenn nämlich nicht blos ein Calorifiziren in Distanz mit Entwerfung geradliniger Operationslinien vor sich geht, sondern, wenn die diesen Operationslinien preisgegebenen Körper aufgefordert werden, nicht blos auf eine bestimmte Weise zu volumifiziren, sondern zugleich auch zu lumifiziren. Ein

merkwürdiges Beispiel eines solchen energisch ausgedrückten Lumicalorifizirens gibt uns das prachtvolle, und in seinen Folgerungen für den Naturforscher unerschöpfliche Phänomen des prismatischen Farbenbildes, wo sich das Lumifiziren der von den verschiedenen Puncten der hintern Fläche des Glasprisma influenzirten Theile unter jenen verschiedenen Modificationen manifestirt, die an unserm Gesichtssinne das Gefühl der Farbe erregen.

Drücken wir die bekannten thermometrischen Beobachtungen am prismatischen Bilde, vorzüglich angestellt von Herschel, Ritter, Ruhland, Berard, Wollaston, in unserer, auf unsere dynamische Ansicht von den Wärme- und Lichtphänomenen sich stützenden Sprache aus, mit vorzüglicher Berücksichtigung der (S. 255 der Skizen ....) entwickelten Auslegung des Phänomens vom prismatischen Farbenbilde; so müssen wir sagen: Unter den lumicalorifizirenden Theilen der hintern Fläche des Prisma besteht ein zunehmendes mittheilendes Volumifiziren, wenn man nach und nach die violett, indigo, blau, grün, gelb, orange, roth lumifizirenden Theile durchwandert (denn in diesen verschiedenen Puncten steigt das Thermometer, wie es nach und nach in dieselben versetzt wird, fortwährend).

Dieß Gesetz blos an und für sich betrachtet, hat für uns nur empirischen Werth, ohne daß wir im Stande wären, dessen eigentliche Bedeutung zu entziffern. Allein die Erscheinung erhebt sich zur Idee, wir vermöchten den Ausdruck, gleichsam die Gebehrde zu deuten, die Allegorie dem Sinne und Geiste nach zu fassen, wenn wir die Bedeutung jener mannigfaltigen Modificationen tief verfolgen, welche sich uns als Farbe manifestiren. Wir sahen uns nämlich (S. 265 der Skizzen ....) zu dem Schluß berechtigt, als wären die Modificationen des Lumifizirens violett, indigo, blau, grün, gelb, orange roth, die Ausdrücke eines beständigen Abnehmens der Selbstbedingung des activen Verhaltens, oder eines beständigen Zunehmens des passiven Verhaltens, rücksichtlich der Fortleitung der Lumification innerhalb der hinternleuchtenden Glasmasse.

Dieß vorangeschickt lautet unser obiges Gesetz folgendermaßen: Unter den lumicalorifizirenden Theilen der hintern Fläche des Prisma besteht ein zunehmendes mittheilendes Volumifiziren (also ein zunehmendes Auffordern zu erhöhtem räumlichen Erscheinen), wenn man nach und nach jene Theile in der Ordnung durchwandert, nach welcher Statt findet ein abnehmendes actives Verhalten rücksichtlich der Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse (folglich eine abnehmende subjective Aeußerung, die sich auf den Raum bezieht, indem die Ablenkung einer ursprünglichen Operationslinie eine sich auf den Raum beziehende Aeußerung ist, welche um so kleiner ist, je unmerklicher diese Ablenkung wird).

Der sich hier darstellende Antagonismus erhebt das Gesetz der bloßen Empirie zu

einem sinnigen Gesetze, aus welchem der Geist hervorleuchtet, der sich den Sinnen somatisch verkündet. Indem nämlich die subjective Aeußerung mehr hervortritt, wird die objective Aeußerung mehr zurückgedrängt; und umgekehrt. Dieser Antagaonismus wiederholt sich an hunderterlei Erscheinungen der sogenannten leblosen und lebenden Natur. So besteht er z. B. unter den Functionen der sensibeln und reproduktiven Sphäre, u. s. w.

Die Versuche über das verschiedene chemische Verhalten in den verschiedenen Operationslinien der lumicalorifizirenden Theile der hintern Fläche des Prisma, worüber vorzüglich Ruhland viel treffliches versucht und gefolgert hat, indem er zugleich auch auf die Einwirkungen an lebenden Individuen Rücksicht nahm*), führen zu der Frage: Besteht in jenen verschiedenen Operationslinien des Lumicalorifizirens ein eigenthümliches sich verschiedentlich äußerndes Chemifiziren; oder kann sich das Chemifiziren irgend einer angenommenen, und jenen verschiedenen Operationslinien preisgegebenen Substanz nur verschiedentlich modifiziren? Aehnliche Fragen ließen sich rücksichtlich des vitalen Verhaltens in jenen Operationslinien anstellen.

Das Lumifiziren ohne Lichteindruck äußert sich durch mittheilendes Volumifiziren, und durch Wärmeeindruck auf unser Tastorgan; dabei beobachtet es rücksichtlich der Richtung seiner Einwirkung dieselben Gesetze, als das Lumifiziren, jedoch mit minderer Bestimmtheit, sich weniger genau an die eng begrenzten geradlinigen Operationslinien haltend, und hiedurch nicht verläugnend, die noch bestehende Verwandtschaft mit dem nach allen Theilen der Körpermasse strebenden Calorifiziren. So lumicalorifizirt z. B. eine nicht bis zum Glühen erhitzte Thonmasse. Das Lumicalorifiziren mit Lichteindruck manifestirt sich auf dieselbe Weise, mit dem einzigen Unterschiede, daß innerhalb seiner Operationslinien nicht blos ein mittheilendes Volumifiziren und ein Wärmeeindruck auf unser Tastorgan wahrgenommen wird, sondern zugleich auch das Phänomen des Leuchtens. Wird z. B. eine Thonmasse bis zum Glühen erhitzt, so erhalten wir den Lichteindruck zugleich mit dem Wärmeeindrucke, wir mögen die für diese Eindrücke empfänglichen Organe unmittelbar in irgend einen Punct einer Operationslinie der lumicalorifizirenden Masse A versetzen, oder einen andern Körper B in einen solchen Punct stellen, und erst das Lumicalorifiziren dieses letztern dadurch wahrnehmen, daß wir jene Organe irgend einem Puncte, irgend einer Operationslinie jenes Körpers B preisgeben, welcher, der lumicalorifizirenden Einwirkung der glühenden Thonmasse A ausgesetzt, nicht als selbst-lumicalorifizirender Körper betrachtet werden kann, sondern blos als zum Lumicalorifiziren aufgefordert. Daß aber dieser zum Lumicalorifiziren aufgeforderter Körper B, der Aufforderung

*) Ruhlands Versuche über Polarität des verschiedentlich gefärbten Lichts. 1817.

wirklich entspreche, davon überzeugen uns unsere Seh- und Tast-Organe, ja selbst unser Sehorgan allein, welches uns nicht blos des Körpers Leuchten, sondern auch dessen erhöhtes Volumifiziren (z. B. wenn dieser Körper ein Thermometer ist, an dem wir das erhöhte Volumifiziren vorzüglich genau beobachten können) entdeckt.

Aus mehrern Versuchen über das Lumicalorifiziren (die sogenannte strahlende Wärme), die vorzüglich genau und sinnreich, durch den für die Wissenschaft zu frühe verstorbenen de Laroche, angestellt wurden, zeigt sich, daß das Lumicalorifiziren überhaupt genommen, den Charakter des Lumifizirens weit deutlicher ausspreche, in katoptrischer als in dioptrischer Hinsicht, oder (nach unserer Sprache) rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens deutlicher, als rücksichtlich des Hinter-Lumicalorifizirens. Besonders gilt dieß vom Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck, und das zwar um so mehr, je schwächer das Lumicalorifiziren auch blos rücksichtlich des Calorifizirens sich äußert. Ueberhaupt scheinen uns alle sich hierauf beziehenden Beobachtungen zu berechtigen, folgendes Gesetz aufzustellen: Je mehr beim Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck (bei der die strahlende Wärme ausübenden noch schwach erwärmten Thonmasse), der Charakter des Calorifizirens steigt (die Temperatur der Thonmasse), desto mehr steigt zugleich der Charakter des Lumifizirens (desto mehr unterliegt die strahlende Wärme den katoptrischen und dioptrischen Gesetzen der Lichterscheinungen), bis endlich bei einem genugsam erhöhten Calorifiziren (bei hoher Temperatur), der Charakter des Lumifizirens sich selbst durch Lichteindruck verkündet (die Masse zu glühen beginnt), von wo aus das Lumicalorifiziren, sowohl rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens als Hinter-Lumicalorifizirens sehr deutlich den Charakter des Lumifizirens ausspricht.

Vielleicht besteht in keiner Erscheinung ein bloßes Lumifiziren oder ein bloßes Calorifiziren, sondern immer nur ein Lumicalorifiziren, wobei wir in vielen Fällen nur den einen oder den andern Charakter wahrzunehmen vermögen.

Das Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck, an welchem der Charakter des Lumifizirens vorzüglich deutlich rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens sich ausspricht, beweist uns seine innige Verwandtschaft mit dem Lumifiziren, nicht blos da, wo das Vorder-Lumicalorifiziren auf eine **einzige** Beziehung hindeutet*), sondern auch da, wo eine **mehrfache** Beziehung im Vorder-Lumicalorifiziren sich auszusprechen scheint. Ersteres zeigten wir da, wo von der Wirkung eines in einen Brennpunct versetzten lumicalorifizirenden Körpers auf den andern Brennpunct, die Rede war. Letzteres soll durch Anführung des folgenden sehr interessanten Versuches erwiesen werden.

---

*) In welchem Sinne wir die Ausdrücke **einzige Beziehung** und **mehrfache Beziehung** nehmen, ist aus unserer dynamischen Lichttheorie zu entnehmen, vorzüglich S. 242 der **Skizzen** . . . .

Herr Berard ließ auf den obern Spiegel mg (F. 5 in den Skizzen ....) des Apparats von Malus (in der Absicht, von der sogenannten Polarität der fingirten Wärmestofftheilchen etwas zu erfahren) einen Strahl eines lumicalorifizirenden Körpers ohne Lichteindruck auffallen, das heißt: er versetzte den Punct a des Spiegels mg in die Operationslinie ba des ohne Lichteindruck lumicalorifizirenden Körpers b, wo dann, nach dem Gesetze des Lumicalorifizirens blos unter einer einzigen Beziehung, der zum Lumicalorifiziren aufgefoderte Punct a, die Hauptoperationslinien des Lumicalorifizirens ab und ar entwerfend der untere Spiegel r die Hauptoperationslinien ra und rh entwarf, wodurch das in irgend einen Punct der Operationslinie rh versetzte sehr empfindliche Thermoscop von Lesli, ein erhöhtes mittheilendes Volumifiziren am Puncte des untern Spiegels verrieth. Dieß fand Statt, es mochte der untere Spiegel r, mit Beibehaltung seines mit dem Horizonte gebildeten Winkels, unter irgend einem Azimuthe um seine senkrechte Axe gedreht werden. Wurde aber solchermaßen der untere Spiegel r gedreht, so ergab sich ein dem Versuche von Malus (die sogenannte Lichtpolarität betreffend) ähnliches Phänomen (S. 240 der Skizzen ....); das mittheilende Volumifiziren an dem stets in der Operationslinie rh erhaltenen Thermoscope, deutete auf verschiedene Grade des mittheilenden Volumifizirens, je nach den der Spiegel r dem einen oder dem andern Azimuthe entsprach. War nämlich dessen Fläche der Richtung ab oder at zugewandt, so bestand der höchste Grad des mittheilenden Volumifizirens; hingegen der kleinste Grad, wenn jene Spiegelfläche nach rl oder rs gewandt war. Diese Erscheinung läßt sich, wenn das Lumicalorifiziren nach der weiter oben gegebenen Erklärung, als eine dem Lumifiziren verwandte Action betrachtet wird, ganz in demselben Sinne interpretiren, als wir die Beobachtung von Malus, rücksichtlich der Beleuchtung des untern Spiegels, auszulegen versuchten (S. 240 der Skizzen ....). Der Geist dieser Interpretation beruht nämlich auf der doppelten Beziehung, unter welcher der Punct r des untern Spiegels, die zweifache Quelle seiner Beleuchtung auszudrücken strebt.

Das weiter oben aus mancherlei Versuchen abgeleitete Gesetz des Lumicalorifizirens, wornach dasselbe den Charakter des Lumifizirens mehr und mehr annimmt, wie das Calorifiziren gesteigert wird; wornach daher das Hinter-Lumicalorifiziren eines von einem lumicalorifizirenden Körper influenzirten hinterleuchtenden (durchsichtigen) Körpers sich der Intensität der Action des ursprünglich lumicalorifizirenden Körpers um so mehr nähert, je höher das Calorifiziren des ursprünglich lumifizirenden Körpers gesteigert wird; dieß Gesetz hat uns de Laroche mit der Gewandtheit und Genauigkeit eines ächten experimentirenden Physikers dargethan, worüber uns der verdienstvolle Biot in seinem Traité de physique folgende Relation abstattet:

Ces experiences ont toutes été faites avec l'appareil à deux miroirs conjugués. Le corps réchauffé était toujours un thermomètre noirci, et le corps

chaud a été tantôt un creuset de fer rempli de mercure, tantôt un lingot de cuivre dont la température se determinoit par immersion.

De Laroche a commencé par s'assurer que le thermomètre focal exposé pendant un temps très-court, une minute par exemple, à l'action de la source calorifique, s'elevait dans cet intervalle proportionnellement à la quantité totale de calorique qui lui parvenoit (de l'action calorifiante qui l influençoit). Pour cela, il a fait agir le même corps chaud durant une minute dans trois circonstances successives: 1. en couvrant une moitié de la surface d'un de ses miroirs; 2. en couvrant l'autre moitié; 3. en laissant le miroir entier à découvert. Si le miroir eût été parfait, les deux premières experiences auroient dû évidemment donner un résultat égal: mais les qualités differentes des diverses parties de sa surface, et peut-être aussi une petite déviation inevitable dans la direction de l'axe, produisaient un légère inégalité entre les deux résultats. De Laroche la détruisit en prenant leur moyenne arithmetique, qu'il pût ainsi regarder comme exprimant l'action de la moitié de la surface du miroir. Alors cette action, mesurée par l'acsension du thermomètre focal, se trouva très-exactement la moitié de celle que produisait le miroir entier; et la loi de proportionnalité qu'il s'agissait d'établir fut ainsi mise en évidence.

Ce point assuré l'expérience s'achevait de la manière suivante. Un écran opaque étant interposé entre le foyers conjugués, on plaçait à l'un d'eux le corps chaud dont on voulait observer l'action. Plus retirant subitement l'écran, on laissait ce corps rayonner librement à travers l'air pendant la durée d'une minute, et l'on notait la quantité dont le thermomètre focal s'était élevé. Le temps était marqué par une bonne montre à secondes. Cela fait, on ramenait le corps chaud à sa température primitive, et l'on répétait la même observation en interposant dans le trajet des rayons calorifiques une lame de verre perpendiculaire à l'axe commun des miroirs. Enfin on repetait une troisième fois l'expérience, en interposant une autre lame de verre pareille à la précédente, mais noircie avec de l'encre de Chine sur celle de ses faces qui était tournée vers le corps chaud. Cette derniére lame, par son opacité, arrêtait la transmission directe des rayons calorifiques, et ne laissait parvenir au thermomètre que ce qu'elle lui envoyait directement elle même, en vertu de l'échauffement qu'elle éprouvait, échauffement qui était pour le moins aussi considérable que celui de même genre que pouvait éprouver la lame transparente de verre. Ainsi, en le retranchant de l'effet total, produit par cette lame dernière sur le thermomètre, le reste devait exprimer l'effet séparé des rayons calorifiques librement transmis par cette lame (de l'action calorifiante librement communiquée

à travers de cette lame) ou peut-être même un effet plus faible, mais non certainement pas un plus fort. Comparant enfin le résultat à l'effet total produit par la transmission à travers l'air seul, on pouvait savoir, si la pérméabilité (la proprieté de communiquer l'action calorifiante à travers de soi même et à distance) de la lame de verre croissait ou restait constante à toutes les températures. Je laisse maintenant parler les observations.

	Numeros des experiences.	Ascension du thermométre focal en une minute.			Excès de V sur N V — N	Rapport de V — N à D.
		Point d'ecran D.	Ecran de verre transp. V.	Ecran de verre noirci N.		
1. Serie Creuset plein de mercure à 180°.	1	3,92	0,21	0,08		
	2	3,96	0,24	0,06		
	3		0,22			
	Moyennes.	3,94	0,22	0,07	0,15	$\frac{10}{263}$
2. Serie Même creuset plein de mercure bouillant ou à 346°.	1	16,33	1,30	0,15		
	2	16,18	1,45	0,15		
	3	16,48	1,33	0.21		
	Moyennes.	16,33	1,36	0,17	1,19	$\frac{10}{139}$
3. Série Lingot de fer à 427°.	1	32,7	5,14	0,30		
	2	33,0	4,44	0,33		
	3		4,54	0,30		
	Moyennes.	32,8	4,70	0,31	4,39	$\frac{10}{75}$
4. Série Lingot de cuivre à 960°.	1	38,37	11,35	Calculée d'après la série suivante.		
	2	38,84	13,26			
	3	39,71	10,89			
	Moyennes.	38,97	11,83	0,40	11,43	$\frac{10}{34}$
5. Série Même lingot chauffé au même point.	1	69,52	21,80	0,67		
	2	77,15	21,74	0,79		
	3	68,95	20,71			
	Moyennes.	71,54	21,41	0,73	20,68	$\frac{11}{34}$
6. Série Lampe d'argent sans cheminée de verre.	1	21,57	7,56	0,28		
	2	20,68	7,03	0,15		
	Moyennes.	21,12	7,29	0,21	7,08	$\frac{10}{29}$
7. Série Lampe d'argent avec sa cheminée.	1	23,44	12,82	0,23	2,49	$\frac{10}{18}$

La progression indiquée par la dernière colonne de ce tableau est d'une parfaite évidence. La proportion de calorique rayonnant, qui passe (l'action calorifiant, qui est communiquée) à travers la lame de verre, augmente à mesure, que le calorique émane (que l'action calorifiante part) d'un corps plus chaud. D'abord insensible quand se corps n'a qu'une température basse, elle s'éléve progressivement jusqu'à l'état où il devient lumineux, et même alors elle croit encore à mesure que sa lumière devient plus vive.

Wir wollen im Folgenden einige verborgene Beziehungen zwischen den Erscheinungen am Calorifiziren und jenen am Lumifiziren entfalten.

Wir betrachten das Calorifiziren und das Lumifiziren (die Wärme- und Leuchte-Action) rein dynamisch, ohne eine Wärme- oder Licht-Materie zu fingiren (mathematische Entwickelung . . . . der Wärme- und Lichterscheinungen in den Skizzen . . . .). Wie läßt sich hiernach folgendes höchst auffallende Phänomen begreifen? Wenn der Körper M auf jenen m ein mittheilendes Volumifiziren ausübt, so nimmt des erstern eigenes und mittheilendes Volumifiziren ab; das heißt, der Körper M verliert durch Ausübung des objectiven Calorifizirens am subjectiven und objectiven Calorifiziren, durch Ausübung des mittheilenden Volumifizirens am eigenen Volumifiziren, und zugleich an der Fähigkeit in andern Körpern den Typus zum Volumifiziren zu wecken; (ganz auf dieselbe Weise verliert M, wenn dieses geschwinder als m läuft, und M an m stößt, am subjectiven Motuifiziren, und an der Fähigkeit, den Typus zum Motuifiziren in andern Körpern zu wecken, indem M gegen m ein objectives Motuifiziren ausübt). Nicht genug; M verliert am subjectiven Calorifiziren um so mehr, je heftiger es sein objectives Calorifiziren ausübt, folglich (bei gleicher Erwärmung von m durch Einwirken von M) auf einem je geringern Grade m ursprünglich selbst calorifizirte (M kühlt um so mehr ab, je kälter m vor der Wechselwirkung zwischen M und m war).

Ganz anders verhält sich dieß beim Lumifiziren. Wenn der leuchtende Punct b den dunkeln Punct a beleuchtet, so nimmt des erstern Leuchten nicht ab; das heißt: der Punct b verliert durch Ausübung des objectiven Lumifizirens nichts, weder am subjectiven Lumifiziren noch an der Fähigkeit, den Typus zum Lumifiziren zu wecken; er verliert durchs Auffordern zum Standpunctverkünden nichts, weder am eigenen Standpunctverkünden noch an der Fähigkeit, andere Körper zum Standpunctverkünden aufzufordern (mathematische Entwickelung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen). Daher ist es auch für das Lumifiziren von b gleichgültig, ob ursprünglich der Punct a mehr oder weniger beleuchtet war.

Diese wesentliche Verschiedenheit im Charakter des Calorifizirens und in jenem des Lumifizirens scheint aus der zweifachen Natur jener beiden Actionen interpretirt werden zu

können. Das Calorifiziren bezieht sich auf ein Raumergreifen, ein Raumfassen, ein Aneignen des Raumes; das Calorifiziren äußert sich schaffend. Das Lumifiziren bezieht sich auf das bloße Verkünden eines schon vorläufig ergriffenen, gefaßten, angeeigneten Raumes; das Lumifiziren äußert sich blos als das schon Geschaffene auf einander beziehend. Es besteht daher eine Erschöpfung in der Action wohl am Calorifiziren, nicht aber am Lumifiziren.

Folgende Analogie möchte uns zum weitern Verfolgen dieser abstracten Betrachtungen stimmen, und uns dahin führen, den Sinn des hier betrachteten Naturgesetzes richtig zu deuten, oder wenigstens zu ahnen.

Man würde die Frage sehr natürlich finden: Wo denn eine Erschöpfung in der Action eher zu erwarten sey, da, wo vier Puncte geschaffen und zu einem Vierecke gegen einander gesetzt werden sollen, oder da, wo drei Puncte geschaffen und zu einem Dreiecke gegen einander gesetzt werden sollen? Aber ungereimt wäre die Frage: Ob das Figuriren (die Action der Figurdarstellung an den schon hingesetzten Punkten) sich eher am Vierecke oder am Dreiecke erschöpfen werden?

Die Gravitation, welche, gleich der Action des Leuchtens, sich an allen in dem unermeßlichen Weltensysteme schwebenden Sphären manifestirt, wird gleichfalls durch die unaufhörliche Ausübung ihrer Kraft nicht erschöpft. Wir erlauben uns hier eine kleine Digression, um nur im Vorübergehen eine vergleichende Charakteristik des Lumifizirens und Gravitirens zu entwerfen.

Sowohl durch das zu gleicher Zeit Statt findende Lumifiziren der Körper a, b, c, ..., als durch das wechselseitige Gravitiren derselben gegen einander, wird ausgesprochen, rücksichtlich der Körper a, b, c, ... unter einander, die Beziehung auf den Raum; jedoch unter folgender zweifacher Modification: Im Lumifiziren äußern sich die Körper a, b, c, ..., nicht gegen einander, sondern es wendet sich das gesammte System gegen einen Beobachter außerhalb des Systems, welchem Beobachter das System jenes Gesammtbild darstellt, das aus allen zu gleicher Zeit Statt findenden Standpuncten jener Körper hervorgeht. Im Gravitiren hingegen äußern sich die Körper a, b, c, ..., als wechselseitig einander lockend, unmittelbar gegen einander; es spricht gleichsam das System nur in sich hinein; und vermögen wir auch, das sich hiernach stets ändernde Verhältniß der Standpunkte wahrzu-

nehmen, so erfolgt dieß nicht durch das Gravitiren selbst, sondern durch das Lumifiziren, welches letztere unaufhörlich das Raumleben am Systeme nach Außen hin verkündet. Dieser zwiefachen Bedeutung des Lumifizirens und Gravitirens gemäß, wornach ersteres nach Außen hin verbreitet, hingegen letzteres geheimnißvoll sich auf ein inneres in sich selbst verschlossenes Walten einschränkt, bezieht sich das Leuchten auf das Aeußere, hingegen das Gravitiren auf das Innere; und so ist es denn die Oberfläche der Körper, an welcher das Lumifiziren seine Kraft tausendfältig übet, wo es, eifernd das forschende Auge nie zu ermüden, Farbenschmelz, Schattirung, Schiller, Glanz sich buhlend um den Zauber streiten läßt; indeß das Gravitiren das Innere der Körper durchdringt, und, nach der dem in sich verschlossenen Walten überhaupt eigenen Weise, sich damit begnügt, mit monotoner Pünctlichkeit stets nur einem einseitigen Zwecke nachzustreben.

Wenn die Ausübung des Strebens der Körper a und b, sich einander zu nähern, keine Erschöpfung nach sich zieht, so ist dieß leicht zu begreifen, indem ja das a nach der Richtung ab, und das b nach der Richtung ba einerlei mechanisches Moment ausüben, daher sich diese gleich großen mechanischen Momente von entgegengesetzten Werthen fortwährend aufheben, und also eigentlich hier eine Arbeit = o verrichtet wird; gerade so, als ob ein Pfund durch ein anderes herabsinkendes Pfund, mittelst Schnur und Rolle, in die Höhe gezogen würde.

Aus der gemeinschaftlichen Bedeutung des Lumifizirens und Gravitirens, ergibt sich das bei diesen beiden Actionen Statt findende quantitative Verhältniß zwischen der jedesmaligen Intensität der Action und dem dieser Intensität entsprechenden Abstande, in welchem die Körper a, b, c, ..., einander wechselseitig influenziren.

Was hier vom Gravitiren an den Massen a und b gesagt werden wird, gilt eben so vom Lumifiziren an den Massen a und b, da beide Actionen die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum ausdrücken.

Da die Gravitation zwischen a und b die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum ausdrückt, so muß auch jedes der Gravitation zwischen a und b *entsprechende* Gesetz die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum *in sich fassen*. Es muß daher das Gesetz für die Abhängigkeit des Grades der Gravitation p von der Entfernung x (der Massen a und b von einander), jener Gleichung entsprechen, worin p auf die einfachste Weise ausgedrückt ist, durch x, und durch den allgemeinsten unmittelbaren einfachsten Ausdruck r für den Raum überhaupt (durch das aus dem angenommenen Algorithmus hervorgehende Symbol des Raumes). Es läßt sich aber p durch x und r nicht einfacher ausdrücken, als indem p unmittelbar das Verhältniß von x zu r darstellt. Wir haben daher $p = x : r$ oder $p = r : x$. Laßt uns vorläufig annehmen

$p = \frac{x}{r}$. Da r den allgemeinsten unmittelbaren einfachsten Ausdruck des Raumes mit Beziehung auf x darstellen soll, so kann r unter keiner zweckmäßigern Form hervortreten, als unter jener eines Kubus, welcher den drei gleichen Dimensionen x entspricht. Wir setzen daher $r = x^3$, und somit $p = \frac{1}{x^2}$. So wäre denn, aus der Bedeutung, welche dem Graviren am Weltgebäude überhaupt zukömmt, auf eine vernunftgemäße Weise, das Gravitationsgesetz a priori entwickelt; dasselbe merkwürdige Gesetz, das Newton aus Kepplers Beobachtungsgesetzen in Verbindung mit seinen analytischen Combinationen so genial und scharfsinnig erwies.

Es wäre falsch gewesen, $p = \frac{r}{x}$ zu setzen, denn wir hätten dann $p = x^2$ erhalten, wornach das Einwirken von a auf b mit dem Abstande ins Unendliche zunehmen möchte, welches mit allen uns bekannten Actionen in Distanz im Widerspruche stünde.

Das weiter oben zusammengestellte Verhalten des Lumifizirens und Calorifizirens führt uns zu folgender Betrachtung: Unser Planet wird durch die Sonne beleuchtet und erwärmt. Nun ist es zwar mit unsern bisherigen Betrachtungen übereinstimmend, daß das Beleuchtetseyn an unserm Planeten mit der Dauer der Beleuchtung nicht abnehme. Aber es ist höchst sonderbar, wie mit der Dauer der Einwirkung der Sonne auf die Erde, nicht endlich die Sonne an der Fähigkeit, die Erde zu erwärmen, abnehme. Der hier scheinbare Widerspruch verschwindet sogleich, wenn wir erwägen, daß ja unser Planet durch das Erwärmtwerden von der Sonne an Volum nicht zunehme; daß die Quantität des Calorifizirens an unserm Planeten unveränderlich eine und dieselbe bleibe, und daß eigentlich die Action des Calorifizirens an unserm Planeten immer nur an den der Sonne zugewandten Theilen erhöht, und zugleich an den übrigen Theilen vermindert wird. Unser Planet verliert in seinem totalen Calorifiziren nichts; denn an welchem Körper sollte er diesen Verlust erleiden, und welcher Körper sollte hierdurch am Calorifiziren gewinnen? Wäre es gegen den Planeten a, so ließe sich fragen, warum unser Planet gegen einen andern vorherrschend mehr activ sich äußern solle, als der Planet a gegen unsern Planeten. Die Erde gewinnt und verliert, durch fortwährende Einwirkung der Sonne, nichts an Quantität der Wärmeaction; sondern ihre Wärmeaction conzentrirt sich nur abwechselnd in jenen Puncten,

welche der Sonne nach und nach zugewandt werden, und vermindert sich zugleich in jenen Puncten, welche sich von der Sonne hinwegwenden.

Das Einwirken der Sonne auf unsern Planeten rücksichtlich des Calorifizirens ist eigentlich nicht, wie bei gewöhnlichen Erwärmungen des einen Körpers durch den andern, ein Wecken des Typus zum Calorifiziren in der ganzen Masse; sondern es ist eine bloße Aufforderung, die schon bestehende Wärmeaction des ganzen Planeten, nach den der Sonne zugewandten Erdtheilen zu conzentriren (es besteht, so zu sagen, eine Ebbe und Fluth an der dem ganzen Planeten zukommenden Wärmeaction). Diese Einwirkung der Sonne auf die Erde dürfen wir mit den Erscheinungen des Antagonismus an organisirten Körpern vergleichen, woselbst durch Erhöhung irgend einer Action an einem Systeme dieselbe Action in den antagonistischen Systemen herabgestimmt wird. Ich glaube nicht, daß wir uns weigern sollten, diesen lebensähnlichen Antagonismus bei unserer Erde anzunehmen, welche die Werkstätte und der Träger so vieler lebenden Geschöpfe ist, und welche vorzüglich in ihren Mineralquellen ein eigenes Leben verkündet. Denn, wer vermag die vitalen Einwirkungen der Mineralwässer zu läugnen? wer möchte diese als bloße chemische Verbindungen betrachten? Viele derselben ahmen wir zwar, ihren Bestandtheilen gemäß, sehr genau nach; allein jenes Lebensprinzip, das in den natürlichen Mineralwässern oft so wohlthätig auf die Lebensfunctionen wirkt, ist eben so wenig nachzuahmen möglich, als die Säfte der Pflanzen und Thiere nachgeahmt werden können. Auch schon die Gestalt der Planeten sollte uns dahin führen, sie als organische Wesen zu betrachten, da sie Sphären sind, folglich die dem Organischen zukommende krummlinige Begrenzung haben.

Um die Ansicht vom Leben der Erde nicht als ein bloßes Gebilde der Phantasie zu betrachten, sondern es als etwas sehr Wahrscheinliches anzunehmen, muß man von der trocknen Schulmethode abgehen, wornach Geographie, Geognosie, Zoologie und Botanik gewöhnlich vorgetragen werden; und durch eine lebendige Ansicht der harmonischen und gesetzmäßigen Vertheilung organischer und anorganischer Körper an unserm Planeten, nach jenem Gesammtbilde streben, wornach jeder einzelne Landstrich als ein sich charakteristisch äußerndes Organ darstellt, sowohl rücksichtlich seiner organischen und anorganischen Naturproducte, als rücksichtlich der Gruppirung derselben unter einander; als wodurch einer Gegend ein bestimmter Charakter von Größe, oder Flachheit und Unbedeutenheit, oder Heiterkeit u. s. w. ertheilt wird. Sehr umständlich, auf tiefe und umfassende Erudition gegründet, mit einem richtigen Blicke zusammengestellt, durch dichterische Phantasie zu einer lebendigen Anschauung erhoben, findet sich dieser Gegenstand in dem bereits nur noch seinen erstern Theilen nach erschienenen Werke: Allgemeine vergleichende Geographie von Ritter.

Das oben betrachtete Verhältniß am Lumifiziren und Calorifiziren, daß nämlich das Lumifizirende an der Fähigkeit zu lumifiziren nichts verliere, indem es ein Anderes zum Lumifiziren auffordert; daß hingegen das Calorifizirende an der Fähigkeit zu calorifiziren verliere, indem es ein Anderes zum Calorifiziren auffordert: jenes Verhältniß läßt sich an unserm geistigen Wesen auf eine analoge Weise erblicken.

Wir vermögen die in uns zum klaren Bewußtseyn gelangte Erkenntniß in Andern zu wecken, und mögen wir die Sphäre unserer Einwirkung auf Andere in dieser Hinsicht so sehr erweitern, als sich dieß nur immer denken läßt, so nimmt hierdurch die Fähigkeit, die Erkenntniß in Andern zu wecken, in uns nicht ab, wir verlieren nichts an der Fähigkeit, auf Andere intellectuell einzuwirken. Andererseits sind wir im Stande, in Andern ein Gefühl von Liebe gegen uns zu wecken, indem wir liebend auf sie einwirken, indem wir damit anfangen sie zu lieben; allein, da wir dieses thun, verlieren wir an der Fähigkeit, denselben Grad von Liebe gegen Andere auszuüben; der Zirkel wahrer Freunde und innig Geliebter ist allemal sehr beschränkt, und das um so mehr, je intensiver jene Gefühle sind, von welchen wir hier sprechen. Die Fähigkeit, auf Andere liebend einzuwirken, nimmt daher ab, indem wir nach dieser Fähigkeit handeln; wer einen wahren Freund gefunden hat, wird weniger nach einem Freunde suchen, als derjenige, dem dieses Glück noch nicht zu Theil geworden; und wer viele Freunde hat, der hat selten einen wahren Freund.

Es liegt daher eine tiefe Bedeutung in den Ausdrücken: Licht der Erkenntniß und Wärme des Gefühls. Und in der That liegt in dergleichen Ausdrücken, welche nicht auf Schulen erfunden worden, sondern welche als die Schöpfungen der Sinnes- und Denk-Weise eines noch unverkünstelten jugendlichen Menschengeschlechts hervorgegangen sind, der Schlüssel zu mancher richtigen Erkenntniß der Natur, welche wahr und unverhüllt aufzufassen wir verlernt haben, weil wir lernten, Alles nach angenommenen Maximen zu betrachten.

Nachdem wir hier das Calorifiziren und Lumifiziren zusammengestellt haben, so wollen wir im Folgenden einige verborgene Beziehungen zwischen den Erscheinungen am Calorifiziren und jenen am Mechanifiziren entwickeln.

Wir machten schon mehrmals die Bemerkung, daß es einem tiefern Eindringen in das Wesen der Naturerscheinungen überhaupt sehr günstig sey, wenn man dahin gelangen kann, die Beziehungen zu entdecken, welche zwischen den Erscheinungen an irgend einer Action der Natur und den Erscheinungen am Mechanismus bestehen. Der Grund hiervon liegt darin, daß uns bei den Erscheinungen am Mechanismus die klarste Ansicht, ja selbst das Erblicken geometrischer Evidenz, gestattet ist. Jene Behauptung möge aber ja nicht dahin gedeutet werden, als wollten wir damit die in der Physik leider so übliche Methode anempfehlen, alle Erscheinungen als Resultate von Bewegungen zu betrachten hiernach

eigene Materien zu fingiren, sich hiedurch aller unvorgefaßten ungetrübten Ansicht der Naturerscheinungen zu berauben, und Alles, was sich uns darstellt, nicht mehr in seiner wahren Gestalt zu erblicken, sondern es so zu sehen, wie dieses uns die Schule aufdringt, in der wir ein natürliches unbestochenes Auffassen der Wahrnehmungen mühsam erlernt haben. Vielmehr habe ich mich gegen jene Methode schon öfters erklärt, und halte sie für ein wesentliches Hinderniß gegen eine höhere geistigere weitumfassendere homogenere Ansicht des Wesens der gesammten (sogenannten) leblosen und lebenden Natur.

Wir wollen bei unserm Streben, die Erscheinungen der Natur vernunftgemäß zu interpretiren, stets dahin trachten, die Beziehungen zu entdecken, welche bestehen zwischen den Gesetzen der Erscheinungen an irgend einer Action, und zwischen den Gesetzen der Erscheinungen am Mechanismus. Das heißt aber nicht etwa, alle Erscheinungen als Resultate des Mechanismus betrachten, sondern es heißt eigentlich: Den Geist der Betrachtungen an den Erscheinungen des Mechanismus auf die Erscheinungen der übrigen Actionen der Natur übertragen, jenen Geist tiefer unbefangener Forschung, von welchem Newtons analytische Dynamik durchdrungen ist.

Ich will es versuchen, die Gesetze an den Erscheinungen des Calorifizirens mit jenen Gesetzen zu vergleichen, welche an den Erscheinungen des Mechanifizirens bestehen; und zwar soll hier vorzugsweise eine eigene Rücksicht ins Auge gefaßt werden, wobei die Beziehung zwischen den beiderlei Gesetzen nicht so unmittelbar vor uns da liegt, sondern erst mühsam erspäht werden muß. Hierzu mögen folgende Betrachtungen dienen, deren Resultate dann in eine vergleichende tabellarische Uebersicht gebracht werden sollen.

I.

Wird eine Masse von einer mit der Zeit nach irgend einem Gesetze der Continuität sich ändernden mechanischen Kraft eine Zeit hindurch influenzirt, so wird in dieser Masse der Typus zum Mechanifiziren auf einen Grad geweckt, welcher dem Momente jener Kraft proportional ist. Das Mechanifiziren, die innere Action des Körpers selbst, ist es nicht, was wir am mechanifizirenden Körper unmittelbar wahrnehmen, sondern wir nehmen daran blos die Manifestationen des Mechanifizirens wahr, nämlich das eigene und mittheilende Motuifiziren des Körpers. Diese Manifestationen des Mechanifizirens sind eben nicht nothwendig dem Momente der mechanischen Kraft proportional, nehmen aber mit demselben zu, bei übrigens gleichen Umständen.

Wird eine Masse von einer mit der Zeit nach irgend einem Gesetze der Continuität sich ändernden Wärmekraft, eine Zeit hindurch influenzirt; so wird in dieser Masse der Typus zum Calorifiziren auf einen Grad geweckt, welcher dem Momente jener Kraft proportional ist. Das Calorifiziren, die innere Action des Körpers selbst, ist es nicht, was wir am calorifizirenden Körper unmittelbar wahrnehmen, sondern wir nehmen daran blos die Manifestationen des Calorifizirens wahr, nämlich das eigene und mittheilende Volumifiziren des Körpers. Diese Manifestationen des Calorifizirens sind eben nicht nothwendig dem Momente der Wärmekraft proportional, nehmen aber mit demselben zu, bei übrigens gleichen Umständen. (Jedoch bestehen hier mancherlei Ausnahmen; so z. B. nimmt das Wasser von der Temperatur des aufthauenden Eises an Volum ab, wenn es erwärmt wird, und zwar so lange, bis es die Temperatur der größten Verdichtung 3,5°. Reaumur überschritten hat, wo es dann mit zunehmender Erwärmung fortwährend an Volum zunimmt; . . . . . .).

II.

Wenn eine Masse A, welche ehedem von einer mechanischen Kraft influenzirt wurde, ihrer Trägheit gemäß, in der Folge unabänderlich einerlei Mechanifiziren und (als Manifestationen desselben) ein konstantes eigenes Motuifiziren ausübt, so wie zugleich die Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren unter einem unabänderlichen Werthe beibehält; so wird, bei diesem Zustande der Dinge, durch die wirklich erfolgte Ausübung des mittheilenden Motuifizirens, von Seite des Körpers A gegen jenen B (z. B. im Stoße zwischen A und B) eine Verminderung erfolgen, sowohl am eigenen Motuifiziren in A, als zugleich an der Fähigkeit des A das Motuifiziren in B zu erhöhen. Es wird der Körper A sich langsamer fortbewegen, und er wird, unter übrigens gleichen Umständen als zuvor (in einem zweiten Stoße gegen den Körper B), die Geschwindigkeit des B weniger vermehren als damals, wo er noch seinem ursprünglichen Impulse folgte, und die Fähigkeit die Geschwindigkeit des B zu vermehren noch nicht ausgeübt hatte.

Wenn eine Masse A, welche ehedem von einer Wärmekraft influenzirt wurde, ihrer Trägheit gemäß *), in der Folge unabänderlich einerlei Calorifiziren und (als Manifesta-

*) Das Gesetz der Trägheit bezieht sich nicht blos auf die Bewegung, sondern überhaupt auf alle Actionen, welche eine Masse auszuüben vermag; jede Ungleichförmigkeit in der Action einer Masse, deutet auf beständiges Einwirken einer solchen Kraft in die Masse, welche Kraft ihrer Natur nach jene Action, deren Veränderlichkeit betrachtet wird, zu influenziren vermag.

tionen desselben) ein konstantes eigenes Volumifiziren ausübt, so wie zugleich die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren unter einem unabänderlichen Werthe beibehält; so wird, bei diesem Zustande der Dinge, durch die wirklich erfolgte Ausübung des mittheilenden Volumifizirens, von Seite des Körpers A gegen jenen B (wenn z. B. der Körper A die Quecksilbermasse B im Thermometer ausdehnt, welches geschieht, wenn A mit B in calorifizirende Wechselwirkung tritt) eine Verminderung erfolgen, sowohl am eigenen Volumifiziren in A,, als zugleich an der Fähigkeit des A das Volumifiziren in B zu erhöhen. Es wird der Körper A an seinem Volum abnehmen*), und er wird, unter übrigens gleichen Umständen als zuvor (wenn A zum zweiten Male mit B in calorifizirende Wechselwirkung tritt), das Volum des B weniger vermehren als damals, wo er noch seinem ursprünglichen Impulse folgte, und die Fähigkeit das Volum des B zu vermehren noch nicht ausgeübt hatte.

III.

Die Abnahme am eigenen Motuifiziren der Masse A, und an deren Fähigkeit, das Motuifiziren in B zu erhöhen, findet aber nicht blos dann Statt, wenn A in B das Motuifiziren wirklich erhöht hat, sondern auch noch dann, wenn A mit B in jene Wechselwirkung getreten ist, wodurch A blos das Bestreben manifestirt hat, in B das Motuifiziren zu vermehren, ohne jedoch seinen Endzweck erreichen zu können, wegen sich dagegen stellender Hindernisse. Wenn z. B. die Masse A sich längs einer vollkommen glatten Ebene, folglich ohne allen Reibungswiderstand, gleichförmig fortbewegt, und nun jählings auf eine rauhe Stelle derselben Ebene gelangt, folglich einen Reibungswiderstand zu wältigen hat, so wird A der Ebene, auf welcher sie sich fortbewegt, in jenen Augenblicken, wo sie über die rauhe Stelle hinweg gleitet, eine fortschreitende Bewegung mittheilen, oder wenigstens, wenn jene Ebene an einem fixen Standpuncte befestigt ist, wird die Masse A gegen die sie aufhaltenden Hervorragungen der rauhen Oberfläche Druck aus-

*) Wenn der Körper A die Quecksilbermasse eines Thermometers ausdehnt, so ist zwar die Abnahme des Volums der Masse A nur unmerklich; nichts desto weniger aber findet sie statt, indem ein Körper einen andern Körper nicht anders erwärmen kann, als wenn ersterer zu gleicher Zeit von letzterem abgekühlt wird. Das Abnehmen der Masse A, durch deren Einwirkung auf's Thermometer, wird auch dann merklich werden, wenn die Masse A vermindert, hingegen jene B des Quecksilbers im Thermometer vermehrt wird. Dieß ist der Grund, warum für eine richtige Anzeige der Temperatur von A durch das Thermometer, die Masse A zu jener B in einem großen Verhältnisse stehen muß, warum nämlich die Quecksilbermasse B des Thermometers näherungsweise gegen jener Masse A verschwinden muß, deren Temperatur gemessen werden soll.

üben, und hierdurch ihr Bestreben andeuten, jene Ebene fortzubewegen. In beiden Fällen aber, es mag nun die Fortbewegung der Ebene wirklich, oder, im Verhinderungsfalle, nicht erfolgen, wird die Masse A an Bewegung abnehmen, und zugleich an der Fähigkeit verlieren, in der Folge die Bewegung eines andern Körpers zu vermehren.

Die Abnahme am eigenen Volumifiziren der Masse A, und an deren Fähigkeit das Volumifiziren in B zu erhöhen, findet aber nicht blos dann Statt, wenn A in B das Volumifiziren wirklich erhöht hat, sondern auch noch dann, wenn A mit B in jene Wechselwirkung getreten ist, wodurch A blos das Bestreben manifestirt hat, in B das Volumifiziren zu vermehren, ohne jedoch seinen Endzweck erreichen zu können, wegen sich dagegen stellender Hindernisse. Wenn z. B. die Masse A mit keinem andern Körper in calorifizirender Wechselwirkung steht (z. B. wenn A ganz isolirt für sich da stünde, oder wenigstens mit vollkommen schlechten Leitern umgeben wäre), folglich auf eine gleichförmige Weise ihr einmal angenommenes Volum beibehält, so wie die Fähigkeit, in andern Körpern das Volum zu verändern (kältere Körper durch Erwärmung auszudehnen); und wenn nun die Masse A jählings mit einem andern Körper B in unmittelbare Berührung gebracht wird, folglich mit B in calorifizirende Wechselwirkung tritt, so wird A im Körper B während den Augenblicken der Berührung, das Volum vermehren (B wird durch A ausgedehnt werden), oder wenigstens, wenn B innerhalb eines nichtausdehnsamen Körpers eingeschlossen ist, folglich nicht wirklich ausgedehnt werden kann, wird die Masse A die Expansivkraft von B erhöhen, und hierdurch ihr Bestreben andeuten, das Volum von B zu vermehren (denn was ist die erhöhte Expansivkraft einer ringsum eingeschlossenen Portion Luft anderes, als die Manifestation eines erhöhten Strebens nach Volumifiziren, oder die Manifestation des Strebens nach einem höhern Volumifiziren als zuvor). In beiden Fällen aber, es mag nun die Ausdehnung des B wirklich, oder, im Verhinderungsfalle, nicht erfolgen, wird die Masse A an Volum abnehmen, und zugleich an der Fähigkeit verlieren, in der Folge das Volum eines andern Körpers zu vermehren (A wird hierdurch eine geringere Temperatur annehmen, es ist aber eine geringe Temperatur nichts anderes, als das verminderte Vermögen, das Quecksilber im Thermometer auszudehnen).

IV.

Wenn durch eine mechanische Kraft der Typus zum Mechanifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine mechanische Kraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Motivifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum

mittheilenden Motuifiziren beibehalten; es wird nämlich A mit gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegen, und zugleich würde A die Geschwindigkeit eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren, möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende mechanische Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse blos dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Motuifizirens gehindert (wird A in seiner Bewegung aufgehalten), und erfolgt dieses dadurch, daß eine Masse B auf A eine mechanische Einwirkung ausübt, so muß nothwendig A auf B eine mechanische Gegenwirkung äußern; hierdurch nimmt aber das Mechanifiziren in A ab, und zugleich müssen sich die Manifestationen des Mechanifizirens, nämlich das eigene Motuifiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren, in A vermindern. Hieraus folgt aber, daß diese Verminderung an den Manifestationen des Mechanifizirens in A unausgesetzt werden fortdauern müssen, so lange B auf A mechanisch einwirkt, und daß von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, jene Verminderungen der Manifestationen des Mechanifizirens an A zwar nicht mehr fortgesetzt werden, daß aber dieselben von nun an auch nicht mehr ersetzt werden; daß nämlich von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, A zwar an Geschwindigkeit und an der Fähigkeit eines andern Körpers Geschwindigkeit zu erhöhen nicht mehr abnimmt, daß aber die Geschwindigkeit von A und dessen Fähigkeit, eines andern Körpers Geschwindigkeit zu erhöhen, von nun an (vom Verschwinden des B an gerechnet) in geringern Quantitäten erscheineu, als damals, wo A mit B noch nicht zusammengetroffen hatte, wo nämlich A sich nach seinem ursprünglichen Impulse noch fortbewegte.

Wenn durch eine Wärmekraft der Typus zum Calorifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine Wärmekraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Volumifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren beibehalten; es wird nämlich A unter einerlei Grad der Ausdehnung fortwährend erscheinen, und zugleich würde A das Volum eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren (es würde nämlich A, so lange es mit keinem andern Körper in calorifizirende Wechselwirkung treten möchte, fortwährend unter einerlei Volum und Temperatur erscheinen), möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende calorifizirende Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse blos dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Volumifizirens gehindert (wird A zur Annahme eines

geringern Volums gezwungen); und erfolgt dieß dadurch, daß eine Masse B auf A eine calorifizirende Einwirkung ausübt, (daß A durch B abgekühlt wird), so muß nothwendig A auf B eine calorifizirende Gegenwirkung äußern; hierdurch nimmt aber das Calorifziren in A ab, und zugleich müssen sich die Manifestationen des Calorifizirens, nämlich das eigene Volumifiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren in A vermindern*). Hieraus folgt aber, daß diese Verminderungen an den Manifestationen des Calorifizirens in A unausgesetzt fortgesetzt werden müssen, so lang B auf A calorifizirend einwirkt (das Volum und die Temperatur von A nehmen unausgesetzt ab, so lange A noch von B abgekühlt wird); und daß von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, jene Verminderungen der Manifestationen des Calorifizirens von A, zwar nicht mehr fortgesetzt werden, daß aber dieselben von nun an auch nicht mehr ersetzt werden; daß nämlich von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört (z. B. von dem Augenblicke an, wo A von B getrennt und ringsum mit vollkommen schlechten Leitern eingeschlossen werden möchte) A zwar an Volum und an der Fähigkeit, eines andern Körpers Volum zu erhöhen (an der Temperatur) nicht mehr abnimmt; daß aber das Volum von A und dessen Fähigkeit eines andern Körpers Volum zu erhöhen, von nun an (vom Verschwinden des B an, oder vom Einschließen des A innerhalb vollkommen schlechter Leiter an gerechnet) in geringern Quantitäten erscheinen, als damals, wo A und B unter einander noch nicht in calorifizirende Wechselwirkung getreten waren, wo nämlich A nach seinem ursprünglichen Impulse unter einer demselben entsprechenden Ausdehnung erschien.

V.

Wenn durch eine mechanische Kraft der Typus zum Mechanifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine mechanische Kraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Motuifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren beibehalten; es wird nämlich A mit gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegen, und zugleich würde A die Geschwindigkeit eines Körpers B (unter übrigens

---

*) In so ferne nämlich das Abnehmen des Calorifizirens eine Abnahme am eigenen Volumifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren nach sich zieht. Daß dieses zwar meistentheils, jedoch nicht allemal der Fall sey, ist schon erinnert worden; so z. B. nimmt das Wasser von 3,5° Reaumur bei zunehmender Erwärmung, folglich bei zunehmendem Calorifiziren an Volum zu; es nimmt aber auch bei Abkühlung, folglich bei abnehmendem Calorifiziren an Volum zu, u. s. w.

gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren, möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende mechanische Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse blos dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Motuifizirens gehindert (wird A in seiner Bewegung aufgehalten); möchte aber dieß dadurch erfolgen, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausüben möchte, welche keine mechanische wäre, so würde A auf B eine Gegenwirkung äußern, welche gleichfalls keine mechanische wäre; hiedurch könnte aber das Mechanifiziren in A nicht abnehmen, und daher würden sich hier auch die Manifestationen des Mechanifizirens, nämlich das eigene Motuifiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren in A nicht vermindern. Dieß muß so verstanden werden: So lange die nicht mechanische Einwirkung von B auf A, welche jedoch von der Art wäre, des A Bewegung einzuschränken, fortdauern möchte*), würde zwar A sich mit geringerer Geschwindigkeit fortbewegen, allein, da diese Abnahme an Geschwindigkeit nicht das Resultat eines Abnehmens am Mechanifiziren von A wäre, so würde in A das Streben nach Geschwindigkeit sich in einem um so höhern Grade manifestiren, als A gezwungen würde, die Ausübung seines Strebens nach Geschwindigkeit zu unterdrücken; und es müßte, von dem Augenblicke an, wo die Einwirkung von B auf A aufhören möchte, in A ganz dieselbe Geschwindigkeit, so wie zugleich dieselbe Fähigkeit, eines andern Körpers Geschwindigkeit zu vermehren, sogleich wieder eintreten, welche (eigene Geschwindigkeit und Fähigkeit zur Geschwindigkeitsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren.

Wenn durch eine Wärmekraft der Typus zum Calorifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine Wärmekraft auf A mehr einwirkt, so wird A dem Gesetze der Trägheit gemäß fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Volumifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren beibehalten; es wird nämlich A unter einerlei Grade der Ausdehnung fortwährend erscheinen, und zugleich würde A das Volum eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren (es würde nämlich A so lange es mit keinem andern Körper in calorifizirende Wechselwirkung treten möchte, fortwährend unter einerlei Volum und Temperatur erscheinen), möchte man auch für das Zusammentreten von A und B, und für die hieraus entstehende calorifizirende Wechselwirkung zwischen

*) Daß dieß eine Voraussetzung sey, die physisch unmöglich Statt finden kann, wird weiter unten bemerkt werden; nichts desto weniger fingiren wir hier diesen Fall einstweilen als möglich, um den geheimen Beziehungen zwischen Calorifiziren und Mechanifiziren tiefer nachzuspüren.

A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse blos dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Volumifizirens gehindert, (wird A zur Annahme eines geringern Volums gezwungen); möchte aber dieß dadurch erfolgen, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausüben möchte, welche keine calorifizirende wäre, so würde A auf B eine Gegenwirkung äußern, welche gleichfalls keine calorifizirende wäre; hiedurch könnte aber das Calorifiziren in A nicht abnehmen, und daher würden sich hier auch die Manifestationen des Calorifizirens, nämlich das eigene Volumifiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren in A nicht vermindern. Dieß muß so verstanden werden: So lange die nicht calorifizirende Einwirkung von B auf A, welche jedoch von der Art wäre, die Ausdehnung des A einzuschränken, fortdauern möchte*), würde zwar A unter einer geringern Ausdehnung erscheinen, allein, da diese Abnahme an Ausdehnung nicht das Resultat eines Abnehmens am Calorifiziren von A wäre (da die Verminderung des Volums von A sich nicht auf eine durch Abkühlung hervorgebrachte Contraction bezöge); so würde in A das Streben nach Ausdehnung sich in einem um so höhern Grade manifestiren, als A gezwungen würde, die Ausübung seines Strebens nach Ausdehnung zu unterdrücken; und es mußte von dem Augenblicke an, wo die Einwirkung von B auf A aufhören möchte, in A ganz dieselbe Ausdehnung, so wie zugleich die Fähigkeit, eines andern Körpers Ausdehnung zu vermehren, sogleich wieder eintreten, welche (eigene Ausdehnung und Fähigkeit zur Ausdehnungsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren.

VI.

Da es, physisch betrachtet, unmöglich ist, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausübe, wodurch A in seiner Bewegung gehindert würde, wobei aber jene Einwirkung keine mechanische wäre, so ist auch der Fall nicht denkbar, daß, eine Zeit hindurch, A in seinem eigenen Motuifiziren durch B gehindert würde, und daß in A nach dem Verschwinden von B, ganz dieselbe eigene Geschwindigkeit, so wie zugleich dieselbe Fähigkeit, eines andern Körpers Geschwindigkeit zu vermehren, sogleich wieder eintreten möchten,

*) Daß dieß eine Voraussetzung sey, die, physisch betrachtet, sehr wohl unmöglich ist, wird weiter unten bemerkt werden; und dieß liefert einen interessanten Gesichtspunkt, um den geheimen Beziehungen zwischen Calorifiziren und Mechanifiziren tiefer nachzuspüren.

welche (eigene Geschwindigkeit und Fähigkeit zur Geschwindigkeitsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren.

Da es, physisch betrachtet, sehr wohl möglich ist, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausübe, wodurch A in seiner Ausdehnung gehindert würde, wobei aber jene Einwirkung keine calorifizirende wäre; so ist der Fall sehr wohl denkbar, daß eine Zeit hindurch A in seiner eigenen Ausdehnung durch B gehindert würde; und daß in A nach dem Verschwinden von B ganz dieselbe Ausdehnung, so wie zugleich dieselbe Fähigkeit eines andern Körpers Ausdehnung zu vermehren, sogleich wieder eintreten möchten, welche (eigene Ausdehnung und Fähigkeit zur Ausdehnungsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren. Wir wollen dieß durch ein Beispiel erläutern:

Man denke sich einen Kubikfuß Luft vom Barometerstande b und Thermometerstande t, in einem kubischen Gefäße ringsum verschlossen, und gänzlich mit allen übrigen Körpern außer aller calorifizirender Wechselwirkung gesetzt (vollkommen isolirt); es werde ferner vorausgesetzt, daß die quadratische oberste Fläche des Gefäßes luftdicht, aber ohne allen Widerstand auf und nieder beweglich sey, wodurch der innere Raum des Gefäßes vergrößert oder verkleinert werden kann, oder wodurch die eingeschlossene Luft unter ein größeres oder ein kleineres Volum gebracht werden kann; endlich sey der Barometerstand der Luft außerhalb des Gefäßes unabänderlich = b, möge auch in der Luft innerhalb des Gefäßes vorgehen, was da wolle. Würde nun ein kalter Körper B mit der eingeschlossenen Luft A in Verbindung gebracht, so daß zwischen A und B eine calorifizirende Wechselwirkung Statt finden möchte, so würde A gegen B ein mittheilendes Volumifiziren ausüben, und hiedurch am eigenen Volumifiziren, so wie an der Fähigkeit, das Volum anderer Körper zu vermehren, verlieren; es würde nämlich der bewegliche Deckel des Gefäßes sinken, und die Luft A eine geringere Temperatur annehmen; und nicht genug; es würde, auch nach Hinwegnahme des abkühlenden Körpers B, das verminderte Volum von A und dessen verminderte Temperatur fortdauern. Dieß mußte hier nothwendig darum so geschehen, weil A in seinem Volumifiziren gehindert wurde, durch die herabstimmend sich äußernde calorifizirende Einwirkung von B (durch abkühlende Einwirkung).

Ganz anders wäre die Erscheinung, wenn die eingeschlossene Luft A von allen übrigen Körpern, rücksichtlich der calorifizirenden Wechselwirkung, isolirt bliebe (nämlich von Außen her weder abgekühlt noch erwärmt werden könnte) und wenn A dadurch an seinem Volumifiziren eine Verminderung erleiden möchte, daß der bewegliche Deckel durch mechanische Kraft herabgedrückt würde. In diesem Falle ginge zwar auch eine Verminderung des Volums an A vor sich; allein, diese Verminderung wäre nicht das

Resultat der Ti[illegible]ung eines Theils des Calorifizirens in A, sondern blos das Resultat einer unterdrückten Aeußerung des Calorifizirens; und hieraus folgt a priori auf die einfachste Weise und als nothwendige Consequenz der fernere Verlauf der Erscheinung ganz so, wie wir ihn durch Versuche bestätigt finden können. Da die Aeußerungen des Calorifizirens im Volumifiziren und in der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren bestehen, so zieht eine gewaltsam unterdrückte Aeußerung des Volumifizirens die Manifestation eines **erhöhten Strebens nach Volumifiziren**, so wie eine **erhöhte Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren** nach sich (durch Zusammenpressen der Luft wird deren Barometer- und Thermoter-Stand erhöht). Wird endlich der den Deckel gewaltsam herabdrückende Körper hinweggenommen, wird nämlich die Wechselwirkung zwischen diesem Körper und der eingeschlossenen Luft A, welche Wechselwirkung aber keine calorifizirende, sondern blos eine mechanische ist, wieder aufgehoben, so ist Alles wieder in jenen Zustand zurückversetzt, wo der herabdrückende Körper noch nicht hinzugekommen war; die Luft A nimmt wieder ihr ursprüngliches Volum (einen Kubikfuß) ein, und hat wieder ihre ursprüngliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren (die Temperatur t).

Folgende Tabelle mag die hier angeführten Betrachtungen in einer kurzen Uebersicht darstellen:

Vergleichende tabellarische Uebersicht der Resultate aus obigen Betrachtungen.

Am Mechanifiziren.	Am Calorifiziren.
Moment der mechanischen Kraft erhöht in Masse A eigenes Motuifiziren und Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren gegen B.	Moment der Wärmekraft erhöht in Masse A eigenes Volumifiziren und Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren gegen B (zuweilen mit Ausnahme).
Ausübung des mittheilenden Motuifizirens von A gegen B, vermindert eigenes Motuifiziren in A, und Fähigkeit des A zum mittheilenden Motuifiziren gegen B.	Ausübung des mittheilenden Volumifizirens von A gegen B, vermindert eigenes Volumifiziren in A, und Fähigkeit des A zum mittheilenden Volumifiziren gegen B.
Wenn jene Ausübung des mittheilenden Motuifizirens von A gegen B, sich auch blos auf das **Bestreben** beschränkt, das Motuifiziren in B zu erhöhen, ohne daß dieß Motuifiziren (wegen Statt findender Hindernisse) wirklich erhöhet wird, so folgt dennoch für A eine Verminderung am eigenen Motuifiziren, und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren.	Wenn jene Ausübung des mittheilenden Volumifizirens von A gegen B, sich auch blos auf das **Bestreben** beschränkt, das Volumifiziren in B zu erhöhen, ohne daß dieß Volumifiziren (wegen Statt findender Hindernisse) wirklich erhöht wird, so folgt demnach für A eine Verminderung am eigenen Volumifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren.
Wird A in seinem eigenen Motuifiziren gehindert, so daß es ein kleineres Motuifiziren ausübt, als es im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; und ist A dadurch gehindert, daß es die **mechanische** Einwirkung einer Masse B erlei-	Wird A in seinem eigenen Volumifiziren gehindert, so daß es ein kleineres Volumifiziren ausübt, als es im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; und ist A dadurch gehindert, daß es die **calorifizirende** Einwirkung einer Masse B

Vergleichende tabellarische Uebersicht der Resultate aus obigen Betrachtungen.

Am Mechanifiziren.	Am Calorifiziren.
det, so übt A gegen B eine *mechanische* Gegenwirkung aus, A äußert nämlich gegen B ein mittheilendes Motuifiziren (erhöht in B das Motuifiziren im Sinne des Motuifizirens von A, oder äußert ein Streben, dieß Motuifiziren in B zu erhöhen), wodurch A am eigenen Motuifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren verliert; daher in A ein vermindertes eigenes Motuifiziren und eine verminderte Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren auch dann noch wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Motuifiziren von A verschwindet.	erleidet (daß A durch B abgekühlt wird) so übt A gegen B eine *calorifizirende* Gegenwirkung aus, äußert nämlich gegen B ein mittheilendes Volumifiziren (erhöht in B das Volumifiziren, oder äußert ein Streben, dieß Volumifiziren in B zu erhöhen) wodurch A am eigenen Volumifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren verliert; daher in A ein vermindertes eigenes Volumifiziren und eine verminderte Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren auch dann noch wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Volumifiziren von A verschwindet.
Würde A in seinem eigenen Motuifiziren gehindert, so daß es ein kleineres Motuifiziren als im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; würde aber A dadurch gehindert werden, daß es die Einwirkung einer Masse B erlitte, welche Einwirkung *keine mechanische* wäre, so würde A gegen B eine Gegenwirkung ausüben, welche gleichfalls *keine mechanische* wäre; A würde daher gegen B kein mittheilendes Motuifiziren ausüben; daher A am eigenen Motuifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren nichts verlieren möchte; es würden in A das eigene Motuifiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren unverändert wieder wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Motuifiziren von A verschwunden wäre.	Würde A in seinem eigenen Volumifiziren gehindert, so daß es ein kleineres Volumifiziren als im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; würde aber A dadurch gehindert werden, daß es die Einwirkung einer Masse B erlitte, welche Einwirkung *keine calorifizirende* wäre, so würde A gegen B eine Gegenwirkung ausüben, welche gleichfalls *keine calorifizirende* wäre; A würde daher gegen B kein mittheilendes Volumifiziren ausüben, daher A am eigenen Volumifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren nichts verlieren möchte; es würden in A das eigene Volumifiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren unverändert wieder wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Volumifiziren von A verschwunden wäre.
Da A durch Einwirkung von B auf A an seinem eigenen Motuifiziren nicht anders gehindert werden kann, als dadurch, daß jene Einwirkung eine *mechanische* sey, so ist der Fall nicht denkbar, wo A in seinem eigenen Motuifiziren durch B gehindert würde, und wo hiedurch kein Abnehmen Statt finden sollte, am Streben nach eigenem Motuifiziren von A, und an dessen Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren; es wird daher nach Hinwegnahme von B nothwendig eine Abnahme des ursprünglichen eigenen Motuifizirens von A, und der ursprünglichen Fähigkeit des A zum mittheilenden Motuifiziren, bestehen müssen.	Da A durch Einwirkung von B auf A in seinem eigenen Volumifiziren sehr wohl anders gehindert werden kann (durch Zusammendrücken) als dadurch, daß jene Einwirkung eine *calorifizirende* sey; so ist der Fall sehr wol denkbar, wo A in seinem eigenen Volumifiziren durch B gehindert würde, und wo hiedurch kein Abnehmen Statt finden möchte am Streben nach eigenem Volumifiziren von A, und an dessen Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren: es wird daher nach Hinwegnahme von B nicht nothwendig eine Abnahme des ursprünglichen eigenen Volumifizirens von A und der ursprünglichen Fähigkeit des A zum mittheilenden Volumifiziren bestehen müssen; sondern es kann jenes eigene Volumifiziren und jene Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren auch nach Verschwinden von B unveränderlich wieder so erscheinen, als damals, wo die Einwirkung von B auf A noch nicht eingetreten war.

Wir wollen versuchen, ein mit den hier angeführten Wärmeerscheinungen ähnliches Phänomen des Calorifiziren, zu interpretiren, und hiernach ungezwungen eine Erklärung hiervon herzuführen.

Es ist nämlich eine bekannte Erscheinung, daß ein Körper, der übrigens von Außen her weder erwärmend noch abkühlend influenzirt wird, durch Zusammenpressen, an Temperatur zunimmt, hingegen durch Verdünnung, an Temperatur abnimmt.

Die atomistischen Physiker, welche alle Erscheinungen der Körperwelt aus eigenthümlich gearteten sich von einander ursprünglich unterscheidenden materiellen Stoffen, so wie aus den mancherlei Bewegungen und Lagerungen dieser Stoffe erklären wollen; sehen in der hier angeführten Wärmeerscheinung weiter nichts, als ein durch Zusammenpressen des Körpers oder durch dessen Ausdehnen nothwendig erfolgendes Austreten oder Absorbiren des (fingirten an sich unerweislichen) Wärmestoffs; und so ist denn jene Erscheinung ohngefähr das Resultat eben desselben Prinzipes, wornach Wasser aus einem Schwamme austritt, oder von demselben aufgesogen, je nachdem der Schwamm zusammengepreßt, oder auseinander gezogen wird.

Wenn der Werth einer Erklärungsweise blos darnach abzumessen wäre, in wiefern sie handgreiflicher und auch dem gröbsten ungebildetsten Verstande begreiflicher, und in wiefern ein höheres Aufschwingen des Geistes nach abstractern reinern Anschauungen bei einer solchen Erklärung weniger erforderlich ist; so müßte der hier angeführten Erklärung unserer Wärmeerscheinung der unbedingteste Vorzug vor allen übrigen Erklärungsweisen desselben Phänomens zuerkannt werden. Da aber wol Niemand den Werth einer Erklärungsweise eines Phänomens auf diese einseitige Rücksicht beziehen kann, so scheint es mir der Mühe werth zu seyn, daß gezeigt werde, wie sich das hier angeführte Wärmephänomen auch nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen erklären lasse, und das um so mehr, als nach dieser letzten Auslegungsmethode die Nothwendigkeit wegfällt, eine an sich unerweisliche Materie, den sogenannten Wärmestoff, zu fingiren; und, als ferner der Geist unserer Interpretation obigen Wärmephänomens, sich eben so an den Phänomenen der Bewegung, die wir keinem Bewegungsstoffe zuschreiben, als an den mancherlei Aeußerungen der Vitalität, vernunftgemäß und ganz mit den Erscheinungen übereinstimmend, anwenden läßt. Daß aber diese letztere Rücksicht unserer Erklärungsweise einen nicht zu verkennenden Vorzug einräume, glaube ich behaupten zu dürfen, da ja die Interpretation aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen, sich dann dem Ideale von Einheit an unserer intellectuellen Anschauung der Natur um so mehr nähert, je mehr die Erklärungsweisen aller Erscheinungen einem und demselben Geiste sich anschmiegen, und gleichsam nur als die mannigfaltigen Ausdrücke eines und desselben Prinzipes sich manifestiren; so wie bei aufmerksamer und vergleichender Betrachtung der Außenwelt, die Wiederholung eines und desselben Gegen=

satzes unter den verschiedensten Formen, dynamisch und somatisch genommen, uns nicht entwischen kann; ein Gegenstand, der sich vorzüglich auffallend, und seines körperlichen Habitus willen, leicht und faßlich an der phytonomischen und zootomischen Betrachtung der Pflanzen- und Thier-Welt, nachweisen läßt, wozu unter andern die Herren Kiefer, Sprengel, Carus, Oken, Rudolphi, Link, Treviranus u. s. w., manche herrliche Beiträge geliefert haben. Nun zu unserm Gegenstande selbst.

Wenn der zusammengepreßte Körper an Temperatur zunimmt, hingegen der durch äußere Veranlassung ausgedehnte, an Temperatur abnimmt, ohne daß in beiden Fällen irgend ein Umstand hinzutritt, wodurch das unmittelbare Calorifiziren des Körpers verändert werden könnte; so sehen wir diese Erscheinung als nichts weniger denn als einen Beweis für die Existenz eines Wärmestoffes an, sondern wir erblicken darin weiter nichts, als die Bestätigung folgenden sehr einfachen uns sich gleichsam als Axiom aufdringenden Grundsatzes: Wenn durch Einwirkung einer Kraft an irgend einem Wesen zu gleicher Zeit zwei Aeußerungen von Thätigkeit an diesem Wesen erhöht werden, deren eine sich subjectiv, die andere objectiv behauptet; so muß für den Fall, wo an einem solchen Wesen der Typus zu einer sich solchermaßen subjectiv und objectiv äußernden Action auf einen bestimmten Grad geweckt ist, und wenn überdieß auf jenes Wesen keine Kraft einwirkt, welche jene Action steigern oder herabstimmen könnte, es muß in einem solchen Falle durch künstliche Herabstimmung der subjectiven Aeußerung eine Steigerung der objectiven Aeußerung hervorgebracht werden, und umgekehrt; kurz, bei durch äußere Nebenumstände herbeigeführter Veränderlichkeit des Verhältnisses, an der subjectiven und objectiven Aeußerung muß sich ein Antagonismus unter diesen Aeußerungen behaupten. Wir wollen diesen Grundsatz vorläufig auf einige andere Erscheinungen anwenden, und dann erst hiernach das oben angeführte Wärmephänomen erklären.

Wenn ein Körper sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit im Raume frei und ungehindert nach irgend einer geraden Richtung hin bewegt, und wenn keine Kraft auf ihn einwirkt, wodurch an seiner Bewegungsquantität etwas verändert werden könnte, und wenn er nun einem sich nach derselben Richtung bewegenden, aber langsamer laufenden Körper in einem Puncte seiner Bahn begegnet, so äußert sich das Mechanifiziren des ersten Körpers zugleich subjectiv und objectiv, nämlich zu gleicher Zeit als selbstbewegend und als Bewegung mittheilend, u. zwar wird ceteris paribus die objective Aeußerung thätiger erscheinen, wenn die subjective Aeußerung sich weniger thätig zeigt, das heißt, der erste Körper wird dem zweiten mehr Bewegung mittheilen, wenn ersterer durch letzten in seiner eigenen Bewegung mehr aufgehalten wird, wenn nämlich der zweite Körper sich ursprünglich langsamer

bewegt. Hier wird also durch Unterdrücken der subjectiven Aeußerung des Mechanisizirens am ersten Körper, dessen objective Aeußerung erhöht.

Je mehr, unter übrigens gleichen Umständen, durch äußere Nebenveranlassungen, die subjective Aeußerung des Bildungstriebes von einer Pflanze zurückgehalten wird, desto kräftiger tritt die objective Aeußerung des Bildungstriebes an jener Pflanze hervor. Je mehr nämlich, dem vegetativen Leben unbeschadet, die Vergrößerung, Vervielfältigung von Blättern und Zweigen an der Pflanze durch gehöriges Beschneiden gehindert wird, desto mehr treibt sie in Samen, desto mehr überträgt sie die Aeußerung des ihr innewohnenden Bildungstriebes auf einen solchen Theil, der bestimmt ist, ein von ihr (der Mutterpflanze) getrenntes aber gleichnamiges Pflanzenleben fortzuführen.

An einem erbitterten Gemüthe besteht die subjective Aeußerung des Gemüthszustandes in der freien Aeußerung der innern Unruhe im Ausdruck derselben durch Ton, Blick und Gebehrde, so wie in der leidenschaftlichen Schilderung der innern Empörung über ein wirklich oder vermeintlich erlittenes Unrecht; hingegen besteht die objective Aeußerung eines solchen Gemüthszustandes darin, daß der Empörte, von Rache Erfüllte, an seinen Beleidiger Hand anlegt, oder heimtückisch an dem Plan seiner Rache schmiedet. Je mehr er nun durch äußere Umstände gezwungen ist, seine subjective Aeußerung zu unterdrücken, indem Furcht oder Klugheit es ihm nothwendig machen, sich zu verstellen, ja wol gar eine ruhige fröhliche Stimmung zu heucheln; desto fürchterlicher tobt es in seinem Innern, und desto schrecklicher wird er seine Rachepläne entwerfen; da man hingegen häufige Beispiele hat, daß der Beleidigte alles Streben nach Rache vergißt, wenn er durch freien Ausbruch seiner Leidenschaften sich gleichsam Luft machen kann, wenn auch hierdurch seinem Beleidiger nicht ein Haar gekrümmt wird, und seine Schmähungen ihn auf seinem erhabenen Standpuncte nicht erreichen können.

Nun wollen wir nach demselben Grundsatze das oben angeführte Wärmephänomen erklären.

Wenn an einem Körper der Typus zum Calorifiziren auf einen bestimmten Grad geweckt ist; wenn, nach dem Gesetze der Trägheit, das unmittelbare Calorifiziren dieses Körpers sich unverändert bei demselben Grade erhält, und sich, wenn keine Nebenumstände von Außen einwirken, unabänderlich durch einerlei eigenes Volumifiziren, so wie durch einerlei Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren äußert; so kann durch eine äußere Nebenveranlassung (die nämlich auf das unmittelbare Calorifiziren keinen Einfluß hat) die Aeußerung des eigenen Volumifizirens abnehmen (wenn nämlich der Körper zusammengepreßt wird); wodurch denn die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren erhöht werden muß. Dieß geschieht auch wirklich; denn wird der Körper durch Zusammenpressen auf ein kleineres Volum reduzirt, so wird seine Temperatur erhöht, das heißt, seine Fähigkeit, das Volum

des Quecksilbers im Thermometer zu vermehren. Der zusammengepreßte Körper entschädigt sich gleichsam für sein eingebüßtes eigenes Volum, durch erhöhte Aufforderung an das mit ihm in Wechselwirkung tretende Quecksilber zur Volumvermehrung.

Diese Erklärungsweise ist eben so vernunftgemäß, als jene, wo der Wärmestoff wie der Saft aus einer Zitrone herausgepreßt werden soll, und wenn gleich nicht so handgreiflich, so andererseits weit übereinstimmender mit den Erklärungsweisen der übrigen Naturphänomene, und überdieß unabhängig von der Fiction eines Stoffes, dessen Daseyn auf keine Weise erwiesen ist.

Wir wollen nun die Erscheinungen des wechselseitigen Erwärmens und Abkühlens der Körper unter einander, wenn sie verschiedene Temperaturen besitzen, verfolgen und versuchen, dem Wesen der Wärmephänomene hierdurch noch näher auf die Spur zu kommen.

Es calorifizirt ein Körper nie so stark, daß er nicht durch einen noch stärker calorifizirenden zu einem höhern Calorifiziren gesteigert werden könnte; und es calorifizirt ein Körper nie so schwach, daß er nicht durch einen noch schwächer calorifizirenden zu einem niedrigern Calorifiziren herabgestimmt werden könnte. Eben so kann ein noch so schnell bewegter Körper durch einen noch schneller bewegten beschleunigt, und ein noch so langsam bewegter Körper durch einen noch langsamer bewegten verzögert werden (beim Zusammenstoßen der bewegten Körper).

Gewisse Körper M und m, von bestimmten *Qualitäten*, gegen einander in calorifizirende Wechselwirkung gebracht, äußern sich sehr energisch *im mittheilenden Volumifiziren* gegen einander, das wechselseitige Abkühlen und Erwärmen erfolgt sehr schnell; das Gegentheil kann sich bei zwei andern Körpern M′ und m′ ergeben. Ersteres findet z. B. Statt zwischen Metall und Metall, letzteres zwischen Metall und Holz; ja noch auffallender ist es, daß ersteres Statt findet zwischen Metall mit rauher Oberfläche und Luft, letzteres zwischen Metall mit glatter Oberfläche und Luft. Man bemerkt ferner, daß, wenn M durch m sich schnell abkühlt, sich auch M durch m schnell erhitze. Auf eine analoge Weise ist der Austausch der Geschwindigkeiten, beim Stoße, nach der *mannigfaltigen* Beschaffenheit der stoßenden Körper, verschieden, anders nämlich bei harten und weichen, anders bei elastischen Körpern.

Ist p die binnen dem Elemente dt jener Zeit t, während welcher die zwei Massen M und m sich um die Ausgleichung der Temperatur streiten, wirksame Wärmekraft (welche, positiv auf die eine Masse, negativ auf die andere wirkend, die eine erwärmt, die andere abkühlt; eben so, wie die zwischen zwei um Ausgleichung der Bewegung streitenden Massen wirksame Stoßkraft, die eine Masse beschleunigt, die andere verzögert); so ist der binnen der Zeit t in m zugewachsene Antheil des Calorifizirens $C = A \int p\,dt$. Beziehen

wir dieselben Betrachtungen auf die sich wechselseitig calorifizirenden Massen M′ und m′, so haben wir eben so $C' = A \int p' dt$.

So wie es nun beim Stoße unter den Körpern M und m, oder unter jenen M′ und m′, von deren innern Beschaffenheit abhängt (von ihrer Härte, Weiche, vollkommenen und unvollkommenen Elastizität) nach welchem Gesetze der Continuität die zwischen beiden Körpern binnen der Dauer des Stoßes wirksame Stoßkraft p oder jene p′ sich mit den Werthen der Zeit t ändern müsse, eben so muß es bei der calorifizirenden Wechselwirkung unter den Körpern M und m, oder unter jenen M′ und m′, von deren innern Beschaffenheit abhängen, was für Functionen von der Zeit t, die binnen der calorifizirenden Wechselwirkung thätige Wärmekraft p oder jene p′ seyn werden.

Wir setzen allgemein $p = F'(t)$ und $p' = f'(t)$ (in dem Sinne der abgeleiteten Funktionen, in der théorie des fonctions analytiques par Lagrange), und erhalten daher $C = A\,F(t)$ und $C' = A\,f(t)$.

Hieraus wird nun begreiflich, wie die innere Beschaffenheit der Körper M und m, oder jene der Körper M′ und m′ wesentlich darauf einwirke, ob, für einerlei Werth von t, C größer oder kleiner als C′ erhalten werden müsse, d. h. ob der Austausch von Wärme zwischen M und m schneller oder langsamer vor sich gehen müsse, als zwischen M′ und m′.

Es kann sogar für gewisse Zeitabschnitte der Wärmeaustausch zwischen M und m langsamer vor sich gehen als zwischen M′ und m′, dann aber wieder für andere Zeitabschnitte das Gegentheil eintreten. Setzen wir z. B. $F'(t) = k$ und $f'(t) = lt$, so ist $C = A\,kt$ und $C' = A\,l \cdot \frac{t^2}{2}$, oder $C = Kt$ und $C' = Lt^2$. Hieraus folgt, daß der Wärmeaustausch zwischen M u. m jenem zwischen M′ und m′ gleichgekommen sey, nach dem der Wärmeaustausch beiderseits binnen der Zeit $\frac{K}{L}$ fortgedauert hat; daß hingegen der Wärmeaustausch zwischen M und m langsamer vor sich gegangen sey als zwischen M′ und m′, wenn er beiderseits binnen der Zeit $\frac{K}{L} + \omega$ fortgedauert hat; daß endlich der Wärmeaustausch zwischen M und m schneller vor sich gegangen sey als zwischen M′ und m′, wenn er beiderseits binnen der Zeit $\frac{K}{L} - \omega$ fortgedauert hat, und wenn überdieß $K > L\omega$ ist.

Wir bedürfen, der hier vorgetragenen Ansichten gemäß, zur Erklärung des wechselseitigen Erwärmens und Abkühlens zweier Körper unter einander, keines aus- und einströmenden Wärmestoffes, und das Prinzip des beweglichen Gleichgewichts (principe de l'equilibre mobile), wornach Prevost ein beständiges Aus- und Einströmen von Wärmematerie annimmt, und behauptet, der Körper steige und falle an Temperatur, oder

behalte sie unveränderlich bei, je nachdem das Einströmen größer, kleiner oder gleich sey gegen dem Ausströmen, ist uns eine leere Hypothese. Das Zu- und Abnehmen der Temperatur ist uns blos ein veränderter Zustand, eben sowohl, als das Zu- und Abnehmen der Geschwindigkeit. Die veranlassenden Ursachen zu jenen und zu diesen Zustandesveränderungen nennen wir Wärmekraft und mechanische Kraft; begreifen aber eben so wenig, warum wir einen Wärmestoff, als warum wir einen Bewegungsstoff annehmes sollen. Keiner von beiden Stoffen hat sein materielles Seyn auf der Wage oder auf irgend eine andere unbezweifelte Weise beurkundet; das vermeintliche Daseyn Beider könnte sich blos auf eine Fiction stützen, welche allen Werth verliert, sobald dargethan wird, daß sich alle darauf beziehenden Erscheinungen, ohne jene Fiction, rein dynamisch erklären lassen.

Wenn die Massen M und m (zweier beliebiger Körper z. B. Metall und Luft) in die Bedingnisse einer unter diesen Massen möglichen calorifizirenden Wechselwirkung treten, und es besteht ein solches Verhältniß des Calorifizirens C und c an jenen Massen, daß die calorifizirende Wechselwirkung sich nur unter dem Werthe = o äußern kann, daß nämlich kein sinnlich wahrnehmbares wechselseitiges Erwärmen und Abkühlen zwischen M und m vor sich gehen kann; so wird nichts desto weniger der Fall eintreten können, daß M eine andere calorifizirende Einwirkung auf die Masse m′ eines dritten Körpers äußert, als dieß m gegen dasselbe m′ zu thun im Stande ist. Eben so können zwei Körper M und m, die mit gleicher Geschwindigkeit laufen, die also auf einander, im Zustande der wechselseitigen Berührung, nicht mechanisch einwirken werden, sich gegen einen dritten Körper m′, der sich langsamer bewegt, wirksam äußern, und zwar auf sehr verschiedene Weise. Ist nämlich m′ vollkommen hart, M und m auch vollkommen hart, so ist die verschiedene Einwirkung von M auf m′, und von m auf m′ bei angenommenem Werthe von m′, von den Werthen M und m abhängig. Ist aber auch selbst (der Quantität nach) M = m, so kann es noch geschehen, daß M anders auf m′ als m auf m′ wirke; es darf z. B. hierzu blos angenommen werden, es sey M vollkommen hart und m vollkommen elastisch.

Wird in eine kleine Portion Wassers, und eben so in eine kleine Portion Oels, ein Thermometer getaucht, so wird das Thermometer in diesen zweierlei Fällen (von einerlei Grade aus) auf verschiedene Grade erhoben werden, wenn auch das Wasser und das Oel, in der wechselseitigen Berührung nicht calorifizirend auf einander wirken (wenn das eine das andere weder abkühlt noch erwärmt); hier besteht also bei Abwesenheit der calorifizirenden Wechselwirkung zwischen Wasser und Oel ein verschiedenes mittheilendes Volumifiziren am Wasser und Oele (gegen Quecksilber)*). Sind aber die Portionen des

*) Der atomistische Physiker glaubt in dieser Erscheinung ein verschiedenes Vertheilen des Wärmestoffs zwischen Wasser und Merkur, dann zwischen Oel und Merkur zu erblicken, und eine verschiedene Wärmekapazität am Wasser und Oele.

Wassers und Oels so groß, daß die Quecksilbermasse (des Thermometers) näherungsweise dagegen verschwindet, so äußert sich beiderseits einerlei mittheilendes Volumifiziren gegen das Quecksilber (es äußern M und m eine und dieselbe Temperatur).

Ein ähnliches Resultat als hier bei der calorifizirenden Wechselwirkung, läßt sich bei der mechanifizirenden Wechselwirkung (beim Stoße) analytisch entwickeln.

Man denke sich die Massen M und m mit einerlei Geschwindigkeit c sich fortbewegend, so daß dieselben in der wechselseitigen Berührung, auf einander nicht mechanifizirend einwirken. Die vollkommen harte Masse m′ bewege sich mit einer Geschwindigkeit $c' < c$. Nun denke man sich den zweifachen Fall, entweder daß M an m′ stoße, oder daß m an m′ stoße, so hat m′ um folgende zweierlei Geschwindigkeiten zugenommen: entweder um die Geschwindigkeit 1) $v'_M - c' = \frac{M}{M + m'} (c - c')$ oder um die Geschwindigkeit 2) $v'_m - c' = \frac{2m}{m + m'} (c - c')$ wenn M vollkommen hart, und m vollkommen elastisch ist. Wäre aber m unvollkommen elastisch, so könnte die zwischen m und m′ Statt findende mechanische Wechselwirkung einem solchen Gesetze unterliegen, daß die Gleichung 3) $v'_m - c' = \frac{2m}{2m + m'} (c - c')$ erhalten würde. Unter dieser Voraussetzung geben die Gleichungen 1. und 3. für die Geschwindigkeitszunahme von m′ durch Einwirken von M und m, welche ursprünglich einerlei Geschwindigkeit haben, verschiedene Werthe, welche auch dann noch verschieden bleiben, wenn $M = m$ ist, welche jedoch einander beinahe gleich werden, wenn m′ so klein ist, daß es sowohl gegen M als gegen m näherungsweise verschwindet.

Wir könnten uns hier gleichsam folgendermaßen ausdrücken: In den Gleichungen 1. 2. 3. beziehen sich die Ausdrücke $v'_m - c'$ und $v'_M - c'$ auf die Bewegungstemperaturen der Körper m und M, gemessen am Bewegungsmesser oder Motuometer m′. Unsere bisherigen sogenannten Thermometer sind eigentlich bloße Thermoscope; eben so ist m′ nicht eigentlich ein Motuometer, sondern nur ein Motuoscop, welches nicht die Größe des unmittelbaren Mechanifizirens in M und m angibt, sondern blos deren mittheilendes Motuifiziren, das nebenher von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Körper M, m und m′ abhängt.

Betrachten wir jene Aeußerungen des Calorifizirens, wornach der calorifizirende Körper in andern Körpern eine Verflüchtigung, oder an belebten Organen das Gefühl von Wärme hervorbringt, so zeigt uns die Erfahrung folgendes Resultat: Wenn die zwei Körper M und m von verschiedener Qualität sind, und wenn der Typus zum Calo-

rifiziren in beiden auf jenen Grad geweckt ist, daß auch bei der innigsten Berührung zwischen M und m keine calorifizirende Wechselwirkung (kein wechselseitiges Abkühlen und Erwärmen) erfolgt, wenn nämlich (nach dem gemeinen Sprachgebrauche) M und m einerlei Temperaturen haben, so äußern sie nichts destoweniger eine sehr verschiedene Einwirkung auf solche Körper, womit sie bestreuet werden, und welche sie verflüchtigen; und eben so gegen den Finger, an welchem sie das Gefühl der Wärme hervorbringen. Es ist nämlich bekannt, daß, wenn zwei qualitativ verschiedene Körper M uud m von gleicher Temperatur (auf das Thermometer bezogen) mit flüchtigen Substanzen, z. B. Campher, bestreuet werden, daß dann die Verflüchtigung des Camphers mit einem verschiedenen Grade der Intensität auf M und m vor sich gehe*). Eben so weiß Jedermann, daß qualitativ verschiedene Körper von ganz gleicher Temperatur (aufs Thermometer bezogen) so daß sie gegen einander weder ein Abkühlen noch Erwärmen in der Berührung hervorbringen, bei der Berührung mit dem Finger oder irgend einem andern Tastorgane, ein sehr verschiedenes Gefühl von Wärme hervorbringen; so fühlt sich z. B. Holz bei niedriger Temperatur wärmer an, als Eisen bei derselben niedrigen Temperatur; hingegen fühlt sich Holz bei hoher Temperatur nicht so heiß an, als Eisen bei derselben hohen Temperatur (wenn z. B. Holz und Eisen neben einander liegend in der Sonne erwärmt werden); und dennoch wird bei der wechselseitigen Berührung zwischen Holz und Eisen kein Umtausch der Temperatur vor sich gehen. Diese Phänomene des Calorifizirens sind nach der atomistischen Ansicht, nach einem fingirten, aus einem Körper in den andern übertretenden Wärmestoffe nicht wol zu begreifen; hingegen sind sie nach der dynamischen Ansicht der Wärmeaction nicht einmal etwas A u f f a l l e n d e s, da sie jenen Erscheinungen vollkommen analog sind, welche wir am Mechanismus, folglich an jener Action der Körperwelt wahrnehmen können, deren Gesetze mit der größten Evidenz, Präzision und Klarheit a priori entwickelt, und selbst, ohne jemals zu täuschen, dem strengsten Kalkül unterworfen werden können.

Wir wollen nun jene Wärmeerscheinungen betrachten, welche die Physiker auf die sonderbare Annahme verschiedener W ä r m e k a p a z i t ä t e n und auf die Vorstellung eines f r e i e n und g e b u n d e n e n Wärmestoffs geführt haben.

---

*) R u h l a n d beschreibt im siebenten Bande von Schweiggers Jounal eine Reihe von Versuchen über die verschiedene Fähigkeit verschiedenartiger Körper, flüchtige Substanzen, womit ihre Oberflächen bedeckt werden, zu verflüchtigen, wenn auch jene verschiedenartige Körper durchaus einerlei Temperatur haben. Hieraus geht hervor, daß bei gleicher Temperatur, glänzendes Eisenblech darauf gestreuten Campher weit langsamer verflüchtige, als dicke Pappscheiben; daß sich eine Scheibe Siegellack oder Schwefel gegen Pappscheiben eben so verhalte, ... Dieß erklärt Ruhland durch einen eigenen an der Oberfläche der Körper bestehen sollenden Wärmeverkehr, u. s. w.

Wenn der vollkommen harte Körper M, und der vollkommen elastische Körper m auch durch einerlei Moment der mechanischen Kraft in Bewegung gesetzt werden, so ist es dennoch sehr begreiflich, daß die beiden Körper (gegen m') ein mittheilendes Motuifiziren von sehr verschiedenem Grade äußern können, auch selbst dann noch, wenn M = m ist (der Massenquantität nach). Eben so leicht läßt sich aus unserer dynamischen Wärmetheorie folgendes einsehen: Zwei unter einander qualitativ verschiedene, aber quantitativ gleiche Massen M und m, durch einerlei Moment der Wärmekraft influenzirt, erhalten zwar einerlei Zuwachs am unmittelbaren Calorifiziren, aber einen verschiedenen Zuwachs des mittheilenden Volumifizirens gegen einen dritten Körper m', nämlich eine verschiedene Temperaturerhöhung. Einerlei Moment der mechanischen Kraft vermehrt, in verschiedenerlei gleich großen Massen, deren Bewegungstemperatur, nämlich deren Fähigkeit eines dritten Körpers Bewegung zu steigern, um verschiedene Werthe; eben so vermehrt einerlei Moment der Wärmekraft, in verschiedenerlei gleich großen Massen, deren Wärmetemperatur, nämlich deren Fähigkeit eines dritten Körpers Volum zu erhöhen, um verschiedene Werthe. Die Atomistiker, welche einen Wärmestoff fingiren, müssen, um diese letztere Erscheinung zu begreifen ihre Zuflucht zu einer zweiten Fiction nehmen, nämlich zum Gebundenwerden eines Theils des Wärmestoffs, und zwar, nach einer dritten Fiction, in einem verschiedenen Verhältnisse, nach der sogenannten verschiedenen Wärmekapazität der Körper. Unsern dynamischen Ansichten gemäß folgt aber obige Erscheinung des Calorifizirens eben so natürlich aus einer dynamischen Affizirung aus dem Gewecktwerden des einem Körper innewohnenden Typus zum Calorifiziren, als die Erscheinungen am Stoße zweier Körper sich aus dem Wesen der mechanischen Kraft, und aus deren Einwirkung auf die einer Bewegung fähige Masse ergeben. Gebundener Wärmestoff stellt sich uns eben so als eine unnütze Fiction dar, als ob man von einem gebundenen Bewegungsstoffe sprechen wollte.

Der vom Atomistiker angenommenen Wärmekapazität eines Körpers (dessen Fähigkeit mehr oder weniger Wärmestoffs in sich aufzunehmen, und hiernach um einen bestimmten Grad der Temperatur zu steigen), substituiren wir das Erforderniß an Wärmeimpuls, wornach ein Körper M oder m, seiner jedesmaligen Beschaffenheit gemäß, stärker oder schwächer durch Wärmekraft influenzirt werden muß, wenn er in seinem mittheilenden Volumifiziren gegen einen gegebenen Körper m' um ein gegebenes Quantum zunehmen soll.

Eben so besteht für die verschiedenerlei Körper ein verschiedenes Erforderniß am Bewegungsimpulse, wornach ein Körper M oder m, seiner jedesmaligen Beschaffenheit gemäß, stärker oder schwächer durch mechanische Kraft influenzirt werden muß, wenn

er in seinem mittheilenden Motuifiziren gegen einen gegebenen Körper m' um ein gegebenes Quantum zunehmen soll. Dieß findet z. B. Statt, wenn m' vollkommen hart, M vollkommen hart und m vollkommen elastisch sind, wie wir dieß schon früherhin analytisch dargethan haben.

In den Lehrvorträgen der Physik bedient man sich bei Beschreibung der Wärmeerscheinungen häufig des Ausdrucks: guter und schlechter Wärmeleiter. Dieß rührt daher, daß man gewöhnlich eine aus einem Körper in den andern wandernde Wärmematerie annimmt. In wissenschaftlicher Hinsicht überhaupt aber ist dieser Ausdruck zu tadeln, nicht eben darum, weil er zu der hier vorgetragenen mehr dynamischen Wärmetheorie nicht paßt, sondern, weil überhaupt die Unbefangenheit, mit der wir in der Philosophie der Natur fortschreiten sollen, wesentlich erfordert, in dem bloßen Beschreiben der Erscheinungen alle Ausdrücke zu vermeiden, welche stillschweigend eine Hypothese in sich fassen; dergleichen Ausdrücke dürfen nur in den Erklärungen der Erscheinungen nach bestimmten Theorien angewandt werden. Ich wiederhole die schon oft gemachte Bemerkung: Wir wollen die Natur mit unbefangenem Sinne auffassen, wie sie sich uns darstellt; sie darnach schlicht und einfach beschreiben, und wollen uns hüten, während der bloßen Naturanschauung, irgend etwas zu sehen, das nicht an der Erscheinungswelt selbst besteht, sondern das uns, darin zu erblicken, von der Schule, gleichsam nach einer herkömmlichen Convenienz, nach einer angenommenen Etiquette, aufgedrungen wird.

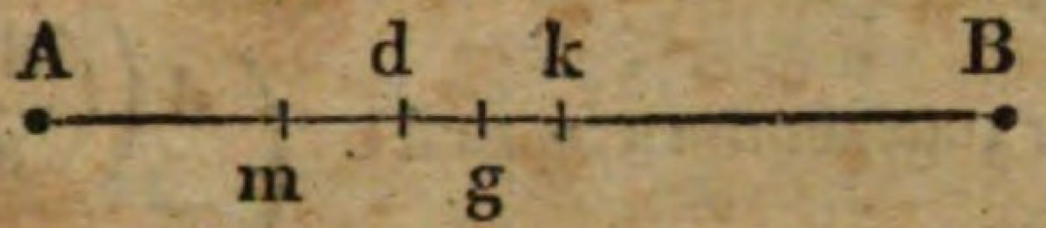
Ich will mich also, statt des obigen (eine sich bewegende Wärmematerie voraussetzenden) Ausdrucks, des folgenden bedienen: Körper, welcher als Trenner zweier Massen deren Temperaturausgleichung schwach oder stark hindert.

Nach der hier vorgetragenen (mehr dynamischen) Wärmetheorie wäre ein sogenannter besserer oder schlechterer Wärmeleiter, ein Körper, welcher, als Trenner zweier Massen von verschiedenem mittheilenden Volumifiziren (von verschiedener Temperatur), sich der *mittelbaren* Umstimmung der Typen zur Wärmeaction an diesen Massen, weniger oder mehr entgegensetzen möchte.

Analoge Erscheinungen liefert auch der Mechanismus. Der harte Körper A stoße an jenen B. Geschieht der Stoß unmittelbar zwischen A und B, so wird die Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten ohne Nebenhinderniß unmittelbar durch A und B schnell zu Stande gebracht; besteht hingegen zwischen A und B ein Körper C, so daß A das C, und C das B berührt, und ist C mehr weich als hart, so erfolgt die Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten von A und B mittelst C, und das zwar um so langsamer, je weicher C ist. Man kann hier sagen: Der Körper C sey, in dem Verhältnisse als er weicher ist, ein um so schlechterer Leiter der

Geschwindigkeit, oder (da die Geschwindigkeit nichts Materielles ist) ein gegen die Ausgleichung der Geschwindigkeit um so größeres Hinderniß.

Wir wollen nun den Fall betrachten, wo eine dünne Stange A B



an dem einen Ende A erwärmt wird, so daß alle Puncte in ihrer ganzen Länge bestimmte Temperaturerhöhung erleiden. Das Gesetz dieser Temperaturerhöhungen in den verschiedenen Abständen vom Puncte A soll hier auf Versuche gestützt und analytisch entwickelt werden.

Newton hat durch Versuche dargethan, daß die Temperatur eines gegebenen Körpers von geringer Extension, durch einen gleichgearteten ihn berührenden Körper von höherer Temperatur, binnen einer sehr kleinen Zeit einen Temperaturzuwachs erleide, der proportional ist der Zeit und der ursprünglichen Temperatur-Differenz.

Es wird das Element d g der Stange A B, durch das nächst daran liegende Element m d erwärmt, und zugleich durchs Element g k abgekühlt; das heißt: es erleidet d g durch m d einen positiven, durch g k einen negativen Temperaturzuwachs binnen dem Zeitelemente d t.

Sey $A\,m = x$, $md = dg = gk = dx$; sey ferner die am Ende der Zeit t im Elemente m d bestehende Temperatur $= \mathfrak{T}$, folglich die zugleich in den Elementen d g und g k bestehenden Temperaturen $= \mathfrak{T} + d\mathfrak{T}$ und $\mathfrak{T} + 2d\mathfrak{T} + dd\mathfrak{T}$. Hier ist zu merken, daß $\mathfrak{T}$ zwar eine Function von t und x sey, daß aber die obigen Ausdrücke $d\mathfrak{T}$ und $dd\mathfrak{T}$ sich blos auf die Veränderlichkeit von x beziehen; daß also $d\mathfrak{T}$ und $dd\mathfrak{T}$ hier die Partialdifferenzialien von $\mathfrak{T}$ in Bezug auf x bedeuten; wir wollen daher obige in md, dg, gk, am Ende der Zeit t bestehenden Temperaturen folgendermaßen ausdrücken:

$$\mathfrak{T},\ \text{ferner}\ \mathfrak{T} + \left(\frac{d\mathfrak{T}}{dx}\right)dx,\ \text{und}\ \mathfrak{T} + 2\left(\frac{d\mathfrak{T}}{dx}\right)dx + \left(\frac{d\left(\left(\frac{d\mathfrak{T}}{dx}\right)dx\right)}{dx}\right)dx,$$

welches wir kürzer so bezeichnen: $y\ y'\ y''$.

Der Temperaturzuwachs binnen dem Zeitelemente dt im Stangenelemente dg läßt sich folgendermaßen ausdrücken $= m\,dt\,(y - y') + m\,dt\,(y'' - y') =$

$$= m\,dt\left(\frac{d\left(\left(\frac{d\mathfrak{T}}{dx}\right)dx\right)}{dx}\right)dx,$$ worin m der konstante Erfahrungscoeffizient ist.

Da aber die Stange A B mit Luft umgeben ist, welche die Stange in allen ihren Puncten unausgesetzt abkühlt, ohne selbst an Temperatur zuzunehmen, und da der hiedurch

im Elemente dg binnen dem Zeitelemente dt erfolgende negative Temperaturzuwachs $= A\,(t_o - T)\,dt$ ist (wie wir schon da gezeigt haben, wo vom Abkühlen in unbegrenztem Mittel die Rede war), so hat in dg die Temperatur T, dadurch, daß t um dt zugenommen hat, um folgende Größe zugenommen $= m\,dt\left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right)dx\right)}{dx}\right)dx + A\,.\,dt\,(t_o - T)$; dieser Ausdruck, worin t_o die beständige Temperatur der die Stange umgebenden Luft, und A einen konstanten Erfahrungscoeffizienten ausdrücken, ist also jener für das Partialdifferenzial der Temperatur T in Bezug blos auf t, also für $\left(\frac{dT}{dt}\right)dt$.

Hat einmal t jenen Werth überschritten, daß die Temperatur in jedem Elemente dg ihren Beharrungsstand erreicht hat, daß nämlich diese Temperatur mit der Zeit nicht mehr ändert; so ist $\left(\frac{dT}{dt}\right)dt = 0$. Wir haben also nach dem einmal eingetretenen Beharrungsstande $m\,.\,ddT + A\,.\,(t_o - T) = 0$ *).

Als wir den Coeffizienten m in die Rechnung brachten, so wurde er nur in so ferne als eine beständige Größe angenommen, als vorausgesetzt wurde, es seyen die Elemente md, dg, gk in allen Fällen von einer einmal angenommenen Größe. Wird dies nicht angenommen, so muß m von jenen Größen, also vom jedesmaligen Werthe von dx abhängen; wir setzen daher m, als eine uns unbekannte Function von dx, folgendermaßen an $m = f(dx)$. Da nun in obiger Gleichung eben so wenig das erste Glied fehlen darf als das zweite Glied, ersteres also nicht verschwinden darf (indem die Gesetze, sowohl der wechselseitigen Wärmemittheilung unter den Stangenelementen, als der Abkühlung durch die Luft in der Rechnung vorkommen müssen), so muß dx^2 im Nenner des ersten Gliedes vorkommen; wir setzen daher $m = f(dx) = \frac{a}{dx^2}$, worin a konstant ist, und erhalten hiernach:

---

*) Wir sind berechtigt, $\left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right)dx\right)}{dx}\right)dx$ durch ddT zu substituiren; wenn gleich T eine Function von t und x ist, so wird dennoch T für jene Werthe von t, wo T mit t sich nicht mehr ändert, eine Function blos von x; dann ist aber das $n$te Partialdifferenzial von T blos in Bezug auf x derselbe Ausdruck, als das $n$te vollständige Differenzial von T in Bezug auf x und t.

$a . \frac{dd\mathfrak{T}}{dx^2} + A\,(t_0 - \mathfrak{T}) = 0.$ Hieraus folgt aber durch Integration

$$\mathfrak{T} - t_0 = G . 10^{-\frac{x'}{\log.\text{nat}.\,10}\sqrt{\frac{A}{a}}} + H . 10^{\frac{x}{\log.\text{nat}.\,10}\sqrt{\frac{A}{a}}}$$

Hier ist $\mathfrak{T}$ die dem Abstande x entsprechende in einem Stangenelemente bestehende Temperatur nach eingetretenem Beharrungsstande, t_0 die konstante Temperatur der umgebenden Luft, G, H, $\frac{A}{a}$ konstante Größen, die aus drei Versuchen zu bestimmen sind.

Soll der Abstand x vom Brennpuncte A (der Stange A B) an gemessen werden, so muß $G + H = \mathfrak{T}' - t_0$ gesetzt werden, worin $\mathfrak{T}'$ die Temperatur im Brennpuncte A ausdrückt*).

Es wurde gleich zu Anfange dieser Abhandlung gezeigt, daß das unmittelbare Calorifiziren sich zu gleicher Zeit durch eigenes und mittheilendes Volumifiziren äußere. Ueberdieß muß angenommen werden, daß unter den entsprechenden Werthen des unmittelbaren Calorifizirens, des eigenen Volumifizirens, und des mittheilenden Volumifizirens, ein Gesetz der Continuität bestehen müsse, daß jedoch dasselbe bei einem und demselben Körper M nur in soferne seinen konstanten Character beibehalten muß, als an den übrigen Umständen nichts verändert wird; daß hingegen jenes Gesetz der Continuität in ein anderes Gesetz der Continuität übergehen könne, sobald an den übrigen Umständen etwas verändert wird. Und in der That beweisen uns die Versuche, daß sich die Sache so verhalte, wie hier durch Darstellung einiger interessanter Erscheinungen gezeigt werden soll.

Um das in den mancherlei Krystallen enthaltene Krystallisationswasser, welches in Eisgestalt darin vorkommt, zu Wasser zu schmelzen, muß der Krystall, und folglich auch (da man in allen Theilen des Krystalls einerlei Temperatur voraussetzen muß) das darin enthaltene Eis auf eine weit höhere Temperatur gebracht werden, als wenn blos ein für sich bestehendes Stück Eis geschmolzen werden soll. Da nun das durch Erwärmen allmählig erfolgende Ausdehnen eines festen Körpers, und endlich dessen Uebergehen in den flüssigen Zustand, als eine von der einwirkenden Wärmekraft abhängige veränderliche Aeußerung des eigenen Volumifizirens betrachtet werden kann, und insbesondere das Flüssigwerden (so wie das Dunstförmigwerden und Krystallisiren) als eine eigenthümliche Modifi-

*) Sehr gelehrt behandelt finden sich Aufgaben dieser Art in den Mémoires lus à l'institut de France par Messieurs Biot, Fourier, Poisson.

ʃ

cation des eigenen Volumifizirens erscheint; so sehen wir, daß auch an einem und demselben Körper, z. B. am Wasser im festen Zustande, zwischen dem eigenen und mittheilenden Volumifiziren (zwischen dem eigenen räumlichen Verhalten und der Temperatur) nicht unabänderlich einerlei Gesetz bestehe, sondern daß dieß Gesetz von jenen äußern Umständen abhänge, in welchen sich der Körper jedesmal befindet.

Wenn ein angenommenes Moment der Wärmekraft in seine angenommene Portion Eises wirkt, so äußert sich diese Einwirkung durch eigenes und zugleich durch mittheilendes Volumifiziren. Je weniger nun, den jedesmaligen äußern Umständen gemäß, das Eis zum Flüssigwerden prädisponirt ist, oder, auf einen je höhern Grad der Typus zum Krystallisiren an denselben geweckt ist, desto mehr äußert sich am Eise das *Calorifiziren* als *mittheilendes* Volumifiziren, verglichen mit dem *eigenen* Volumifiziren; das heißt, desto mehr wird am Eise die Temperatur erhöht, bei einem angenommenen eigenen räumlichen Verhalten. Daher äußert sich beim Erwärmen des Krystallisationswassers dessen Calorifiziren mehr durch *Temperaturerhöhung*, als durch eigene Ausdehnung und durch endliches Flüssigwerden; denn am Krystallisationswasser ist, durch dessen innige Verbindung mit den Theilen des Krystalles (z. B. mit den Salzkrystallen), und durch die hierdurch gesteigerte Wechselwirkung zwischen Wasser und Salzkrystall, der Typus zur Krystallisation auf einen höhern Grad geweckt, als an dem frei für sich bestehenden Eise. Daß aber der Typus zum Krystallisiren an den Flüssigkeiten durch bloße Berührung mit Krystallen geweckt werde, beweist uns die Erfahrung, indem ja Wasser, das einige Grade unter dem Frierpuncte erkältet wird, weit schneller zu Krystallen anschießt, wenn es mit Eisnadeln berührt wird, als wenn dieß nicht geschieht; so wie überhaupt eine Salzlösung sich im Krystallisiren energischer äußert, wenn Salzkrystalle in dieselbe getaucht werden.

Was wir hier von den zweierlei Aeußerungen des Calorifizirens (vom eigenen und mittheilenden Volumifiziren) rücksichtlich des Eises bemerkt haben, läßt sich auch rücksichtlich des tropfbarflüssigen Wassers behaupten. Wenn ein Moment von Wärmekraft in dasselbe einwirkt, so äußert sich dasselbe hieraus entstehende Calorifiziren am Wasser dadurch, daß es sich ausdehnt und endlich dunstförmig wird, so wie zugleich durch ein erhöhtes mittheilendes Volumifiziren (erhöhte Temperatur). Hier kann das Dunstförmigwerden als eine eigenthümliche Modification des eigenen Volumifizirens (des eigenen räumlichen Verhaltens) betrachtet werden. Nun besteht beim Wasser zwischen der zunehmenden Temperatur und der zunehmenden Ausdehnung auch nicht in allen Fällen einerlei Gesetz; und wir dürfen hier abermals folgendes annehmen: Je höher am Wasser, den jedesmaligen äußern Umständen gemäß, der Typus zur Manifestation des tropfbarflüssigen Zustandes, und hier-

durch der Typus zur Contraction (im Gegensatze des Typus zur Expansion, der sich am Dampfe äußert), geweckt ist, desto mehr wird bei übrigens gleichen Umständen, das Calorifiziren des Wassers sich in seinen zweierlei Aeußerungen (als eigenes und mittheilendes Volumifiziren) nach der Seite des mittheilenden Volumifizirens hin wenden, und zugleich weniger nach der Seite des eigenen Volumifizirens hin. Wird daher das Wasser durch äußere Einwirkung mehr zur Contraction bestimmt, so wird es bei einer höhern Temperatur zu sieden *) anfangen, als wenn es frei für sich zu keiner Contraction gestimmt wird. Dieß zeigt die Erfahrung. Wird z. B. Kali in Wasser aufgelöst, wobei das Wasser an seiner Leichtflüssigkeit verliert, einen zähern Zustand annimmt, wobei also der Typus zur Contraction als in einem höhern Grade geweckt erscheint, so wird auch das Wasser erst bei einer höhern Temperatur zu sieden anfangen, als dieß bei destillirtem reinen Wasser der Fall ist. Da auch in gläsernen Gefäßen das Wasser erst bei einer höhern Temperatur verdampft, als in andern Gefäßen, so dürfen wir annehmen, daß das Glas im Wasser den Typus zur Contraction auf eine vorzügliche Weise wecke.

Der Typus zur Contraction wird aber im Wasser nicht blos durch dynamische Einwirkung anderer Körper (z. B. des Kali, des Glases, ...) auf dasselbe geweckt; sondern auch durch mechanisches Zusammenpressen desselben, z. B. durch erhöhten Lufteindruck über des Wassers Oberfläche; denn es ist bekannt, daß mit dem Barometerstande der Luft über der Wasseroberfläche, auch des Wassers Siedepunct erhöht werde (worüber Schmid, Gerstner, Dalton, Soldner u. s. w. interessante Gesetze mitgetheilt haben).

Wir wollen nun unsere Hauptansichten über das Brennen der Körper vortragen, eine Erscheinung, welche allerdings zu den auffallendsten der Wärme und des Lichts gehört, folglich auch in gegenwärtiger Abhandlung ihren Platz finden muß, da unserm schon oft geäußerten Grundsatze gemäß das Naturstudium, bei Betrachtung der Erscheinungen, jene Ordnung und Verkettung beobachten muß, welche den unbefangen aufgefaßten Erscheinungen selbst, nicht aber gewissen angenommenen Erklärungshypothesen entsprechen. Ich erlaube mir vorläufig folgende Digression.

Wenn die Theorie des Verbrennens in den gewöhnlichen Vorträgen über Naturlehre unter dem Artickel Chemie behandelt wird, so kömmt dieß daher, daß man die (einer klaren

*) Wir verstehen unter dem Sieden einer Flüssigkeit, nach der richtigen Definition Dalton's, jenen Zustand, wobei dieselbe in ihrer ganzen Masse in Dunstform übergeht.

Ansicht der Natur höchst nachtheilige) Methode angenommen hat, die Naturerscheinungen nicht nach diesen *Erscheinungen selbst*, wie sie sich uns darstellen, zu ordnen, sondern nach den fingirten Hypothesen, die zu deren Erklärung zum Grunde gelegt werden*), und daß man das Verbrennen als eine Ausscheidung des fingirten Wärmestoffs und Lichtstoffs erklärt, welche dann vor sich geht, wenn (wie dieß beinahe allgemein auf eine höchst einseitige Weise blos auf das Verbrennen im *Sauerstoffgase* bezogen wird) ein Körper sich mit dem Sauerstoffe aus dem Sauerstoffgase verbindet.

Wenn eine Theorie allgemein angenommen ist, so geht überhaupt das Bestreben mehr dahin, nach derselben alle Facta zu erklären, möge dieß auch durch die erzwungensten Künsteleien geschehen, als die Richtigkeit der Theorie an sich zu prüfen; man setzt sie ohne weitere Untersuchung als richtig voraus (einem eigenthümlichen Hange von Geistesträgheit gemäß, und oft auf die begründete Ansicht gestützt, daß eine falsche Lehre ja nicht so allgemein angenommen seyn könnte) und so wird oft lange Zeit hindurch ein wissenschaftliches Gebäude über falschen Hypothesen aufgethürmt. Glücklicherweise tritt aber endlich ein Zeitpunct ein, wo eine Art von Ekel, von Ueberdruß vor der alten Hypothese entsteht, wo es beinahe unerträglich wird, ganz und gar Alles nach einerlei Weise zu erklären. Dieser Moment führt freilich manches Uebel mit sich, indem dann eine Menge unberufener Reformatoren aufstehen, welche nicht so sehr das *Wahre* zu suchen, als vielmehr etwas *Neues* aufzustellen bemüht sind. Allein hier und da zeigen sich dann doch manche der Wissenschaft so gedeihliche Untersuchungen über die durch das Herkommen geheiligten allge-

---

*) Man lese nur alle unsere mathematischen, physikalischen und chemischen Lehrbücher durch, so wird man finden, daß nicht mit einer Auseinandersetzung der *Naturerscheinungen selbst*, im schlichten unbefangenen Sinne des wahrhaft Forschenden, der Anfang gemacht werde; sondern sogleich mit den a priorischen Grundprinzipien, aus denen sodann die Wirklichkeit construirt werden soll. Wer, durch Schulweisheit noch nicht entartet, die natürliche Methode befolgt, mit der Betrachtung des Gegenstandes den Anfang zu machen, erst dann über dieselbe nachzudenken, und allenfalls eine derselben entsprechende Erklärung nach Vernunftgründen aus seinem Innern hervorzurufen, der kann gar nicht begreifen, worauf denn die unbedingte Autorität aller jener a priorischen Grundsätze eigentlich beruhe; soll er ja einige Achtung dafür haben, so müßte er sie nur als eine Art höherer Eingebung, als eine Offenbarung durch ein höheres Wesen betrachten. Allein bald möchte er auf Behauptungen stoßen, welche ihn dieser Illusion berauben müßten. So ist z. B. der in der Lavoisierschen Chemie vorkommende Grundsatz nicht wohl begreiflich: Wenn a und b durch chemische Attraction mit einander chemisch verbunden sind, es kömmt c hinzu, und es hat a zu c eine größere Attraction als zu b, so muß sich a mit c verbinden (bis hieher ist alles richtig) und zugleich muß b aus der Verbindung treten (dieser letzte Schluß ist falsch; der richtige Schluß müßte so lauten: *Daher wird eine Verbindung aus a, aus b und aus c entstehen, worin a und c unter einander inniger verbunden sind, als b und a, woraus aber nicht folgt, daß b aus der Verbindung treten müsse.*)

mein angenommenen ersten Grundprinzipien, und so entsteht denn die Aufdeckung so mancher falschen Prämissen. Dieser Moment scheint bereits für die seit Lavoisier aufgebaute chemische Theorie eingetreten zu seyn, und billig verdienen sowohl die dasselbe Bestreitenden, als die es Vertheidigenden, als ächte Förderer der Wissenschaft erklärt zu werden, in sofern ein unbestochenes Streben nach Wahrheit sie in ihren Debatten leitet.]

Die Verbrennungstheorie wird nicht mehr so allgemein nach der Lavoisierschen Ansicht behandelt, und selbst Humphry Davy betrachtet den Gegenstand von einer ganz andern Seite. Verbrennen ist ihm überhaupt jede Erscheinung, wo, durch chemische Wechselwirkung zweier Körper auf einander, Erscheinungen von Wärme, oder zugleich von Wärme und Licht Statt finden, es sey nun Oxigen mit im Spiele oder nicht. Für die Annahme einer Wärmetheorie findet er sich auch nicht mehr geneigt; allein er substituirt derselben eine andere Hypothese, die eben so wenig Grund für sich hat, als die Fiction eines eigenen Wärmestoffs, indem er nämlich die Wärmeerscheinungen als Resultate eigenthümlicher Bewegungen betrachtet, welche unter den kleinsten Theilchen der Körper vor sich gehen sollen.

Es ist nicht wohl begreiflich, warum die atomistischen Physiker allen Erscheinungen materielle Stoffe unterschieben wollen, da sie doch die Erscheinungen der Bewegung als einen bloßen Zustand der Materie betrachten, und nicht etwa einen eigenen Bewegungsstoff fingiren. Es ist aber eben so unbegreiflich, wenn sie, der fingirten Stoffe müde, alle, auch noch so heterogene Erscheinungen, auf Bewegungen zurückführen wollen, als ob es außer der Bewegung im Raume keine Action mehr geben könnte. Es scheint wahrlich, als kränkelten wir an einer kleinlichen Gründlichkeit, an einer Systemsucht, indem wir die unerfaßliche lebendige Fülle der Naturerscheinungen auf eine bestimmte Gattung von Actionen reduziren wollen, statt vielmehr uns in die Anschauung derselben zu ergießen, in selbiger uns gleichsam zu verschmelzen, und gerade in der unendlichen Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit, in dem Unbegreiflichen und Geheimnißvollen, die höchste Wonne zu empfinden. Sollen wir uns aber von einer solchen, auf ein veraltetes, aller Begeisterung unfähig gewordenes Geschlecht hindeutenden, Stimmung losreissen; sollen wir wieder dahin gelangen, durch den jugendlichen unbefangenen, selbstforschenden Blick das lebendige Gesammtbild der Natur im Geiste zu reflectiren, so gibt es nur ein Mittel hiezu: Wir müssen uns fest überzeugen, daß wir nur ein Glied der ganzen Natur sind, daß wir aber ganz und gar nicht zu Beherrschern, oder wohl gar zu Schöpfern davon uns aufdringen dürfen. Es scheint vielmehr unsere Bestimmung wesentlich darin zu liegen, daß wir betrachten

forschen, bewundern, aber nur höchst selten, vielleicht nie, errathen, ob wir gleich unaufhörlich zu dem Streben darnach aufgefordert werden.

Nach dieser Digression wollen wir angeben, wie sich der hier vorgetragenen Wärmetheorie gemäß die Erscheinung des Verbrennens interpretiren lasse.

Die Wärmeerscheinungen betrachten wir weder als ein Aus- oder Einströmen von Wärmestoff, noch als gewisse Bewegungen der kleinsten Theilchen des warm erscheinenden Körpers. Was ist denn nun aber die Wärmeerscheinung? Worauf sollen wir sie reduziren? Als was sollen wir sie erklären? Ich dächte, wir thäten am Besten, sie als das anzunehmen, was sie ist; nämlich als eine Action, deren eigentliche Natur und Wesenheit uns gänzlich unbekannt ist, bei der wir aber nichts desto weniger bestimmte Gesetze aus Beobachtungen und aus darauf sich stützenden Folgerungen herleiten können.

Wenn zwei Körper über einander gerieben werden, so entsteht zwischen beiden eine Temperatur, welche höher ist, als jene war, die ursprünglich dem einen oder dem andern beider Körper zukam. Hier erscheint also das Zunehmen der Temperatur als die Aeußerung jenes Streites, in welchem die beiden Körper während ihrer durch die Friction hervorgebrachten Wechselwirkung auf einander begriffen waren, indem, nach aufgehobener Wechselwirkung, das Zunehmen der Temperatur sogleich aufhört. Die Temperaturzunahme ist um so größer, je intensiver die durch Friction hervorgebrachte Wechselwirkung unter den Körpern ist; denn sie erhitzen sich um so mehr in der Friction, je stärker sie gegen einander gepreßt, je schneller sie über einander gerieben werden, und je rauher, bei übrigens gleichen Umständen, die sich reibenden Oberflächen sind.

Werden zwei Körper an einander gebracht, welche gegen einander eine große chemische Wechselwirkung zu gleicher Zeit in vielen Puncten der Massen äußern können, so entsteht zwischen beiden Massen eine Zunahme der Temperatur, welche oft mit Lichterscheinungen verbunden ist. Wird z. B. conzentrirte Schwefelsäure jählings mit Wasser zusammengegossen, so entsteht eine sehr auffallende Temperaturerhöhung. Uebergießt man reine Bittererde mit Schwefelsäure, so geräth das Gemisch in Glühen, und bricht oft in Flamme aus. Bringt man Phosphor mit Sauerstoffgas in Verbindung, so entsteht zwischen beiden Körpern eine mit Lichterscheinungen verbundene Temperaturerhöhung (der Phosphor brennt) u. s. w. Bei allen diesen Erscheinungen läßt sich eine wechselseitige Einwirkung von je zwei

Körpern auf einander nicht läugnen, und es erscheint das Zunehmen der Temperatur allenthalben als die Aeußerung des Streites, welcher während der chemischen Wechselwirkung unter den jedesmaligen zwei Körpern Statt findet.

Hiernach dürfen wir folgendes behaupten: Das Verbrennen spricht sich aus, als jene Erscheinung, wo ein Zunehmen der Temperatur, mit oder ohne Lichterscheinungen, zwischen zwei Körpern vor sich geht, welche gegen einander irgend eine Wechselwirkung ausüben. Und da ferner jenes Zunehmen *) der Temperatur (wohl verstanden, das Zunehmen der Temperatur, nicht die Fortdauer der erhöhten Temperatur) so lange dauert, als eine Wechselwirkung unter den Körpern besteht; so läßt sich jenes Zunehmen der Temperatur als die Aeußerung des Streites betrachten, unter welchem die beiden Körper wechselseitig auf einander einwirken. Wird z. B. Holz gegen Holz gerieben, so besteht zwischen den sich reibenden Holztheilchen ein Streit, wornach sie einander wechselseitig verdrängen und zerstören, und zugleich äußert sich dieser Streit als erhöhte Temperatur. Wenn Schwefelsäure und Bittererde gegen einander gebracht werden, so entsteht eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur chemischen Action; die ursprünglichen chemischen Actionen a und b (der von einander getrennten Schwefelsäure und Bittererde) werden in jene a′ und b′ umgestimmt, unter welchen jene Harmonie besteht, welche unter dem chemischen Accorde erscheint, den wir an dem chemischen Verhalten des Bittersalzes wahrnehmen; bis es aber zu jener Umstimmung von a zu a′, und von b zu b′ gekommen ist,

*) Wenn eine Kohle glüht, so äußert sie zwar während der ganzen Zeit ihres Glühens eine und dieselbe Temperatur, nichts desto weniger geht aber hier ein unausgesetztes Zunehmen der Temperatur vor sich, indem ja beständig neue Theile der Kohle in den Zustand des Glühens versetzt werden, und zwar, nicht dadurch, daß die schon glühenden in kohlensaures Gas übergehenden Theile, durch ihren Verlust am Calorifiziren, die neuern Kohlentheile in den Zustand des Glühens versetzen; denn wenn gleich das kohlensaure Gas eine geringere Temperatur nach seiner Entbindung aus der Kohle äußert, als die Kohlentheile, welche erst mit dem Sauerstoffe in Wechselwirkung treten, so muß dieß nicht dafür angesehen werden, als ob die neuen in Glut versetzten Kohlentheilchen auf Unkosten des Calorifizirens am entfliehenden kohlensauren Gase, am Calorifiziren zunehmen möchten, indem letzteres blos darum an Temperatur verliert, weil es sich ausdehnt, das heißt, indem an der Kohlensäure das Calorifiziren sich mehr als eigenes Volumifiziren, denn als mittheilendes Volumifiziren, von dem Augenblicke an äußert, wo die Kohlensäure, von der glühenden Kohle getrennt, als kohlensaures Gas entweicht. Das unausgesetzte Zunehmen der Temperatur erfolgt also hier zwischen den unaufhörlich gegen einander tretenden neuen Kohlen- und Sauerstofftheilchen. Wie dieses Zusammentreten aufhört, hat auch die Temperaturerhöhung ein Ende (wie die Kohle vom Sauerstoffgase isolirt wird, verlischt sie augenblicklich), wenn gleich die erhöhte Temperatur der Kohle (deren erhöhte Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren) auch noch weiterhin fortdauert.

bestand fortwährend zwischen Schwefelsäure und Bittererde ein Streit, welcher sich durch, mit Leuchten verbundenes, Zunehmen der Temperatur manifestirt (das Gemisch gerieth in Glühen, welches so lange fortdauert, als die wechselseitige Umstimmung der Typen zur chemischen Action). Eben so äußert sich beim Stoße zwischen zweien Körpern der Streit während des Stoßes, durch den Druck, welcher zwischen beiden Körpern besteht; dieser Druck dauert so lange, als die mechanische Wechselwirkung unter beiden Körpern.

Geist der hier vorgetragenen Wärmetheorie.

Hier werden blos die Aeußerungen des eigenen und mittheilenden Volumifizirens (im Suborganischen und gegen dasselbe) betrachtet, da die übrigen Aeußerungen des Calorifizirens dem Kalkül nicht unterliegen. Calorifiziren ist ein bloßer Zustand, wie Mechanifiziren. Wenn im Körper a der Typus zum Mechanifiziren auf einen bestimmten Grad geweckt ist, so mechanifizirt er bis auf einen entsprechenden Grad; wenn im Körper a der Typus zum Calorifiziren auf einen bestimmten Grad geweckt ist, so calorifizirt er bis auf einen entsprechenden Grad. Mechanifiziren äußert sich durch eigenes und mittheilendes Motuifiziren; und Calorifiziren äußert sich durch eigenes und mittheilendes Volumifiziren (bei elastischen Flüssigkeiten durch Streben nach eigenem Volumifiziren).

Gesetz der Trägheit am Calorifiziren. Jede Veränderung am Calorifiziren ist einer Wärmekraft zuzuschreiben, die hier blos der Quantität nach betrachtet wird.

Ueber die Werthe +, —, o, an mechanischer Kraft und Wärmekraft, am mittheilenden Motuifiziren und Volumifiziren, am eigenen Motuifiziren und Volumifiziren.

Das mittheilende Volumifiziren, eine bloße Fähigkeit, geht in wirkliche Ausübung immer nur auf Unkosten des eigenen Volumifizirens über.

Bewegende und beschleunigende Kraft. Totale und auf Masseneinheit ausfallende Wärmekraft.

Das Incrementum des unmittelbaren Calorifizirens, das nicht selbst wahrgenommen wird, ist dem (dasselbe veranlassende) Momente der Wärmekraft proportional.

$$C_x = A \int p_x \, dt.$$

Wir betrachten unter den Aeußerungen des unmittelbaren Calorifizirens blos das eigene und mittheilende Volumifiziren.

Einerlei Grad des mittheilenden Volumifizirens deutet auf einerlei Grad des unmittelbaren Calorifizirens (jedoch unter gewissen Beschränkungen); diese Regel weniger allgemein beim eigenen Volumifiziren.

Wenn durch C_x die Temperatur des M von τ_x Graden auf τ Grade steigt, so drücken wir die Relation zwischen dem Incremente am unmittelbaren Calorifiziren oder zwischen dem Momente der Wärmekraft, und zwischen dem mittheilenden Volumifiziren (rücksichtlich M gegen m) aus, durch die Gleichung zwischen C_x und $f(\tau - \tau_x)$.

Diese Gleichung durch Versuche am calorimetrischen Apparate, und durch Interpoliren suchen. Normalmasse Q von Normaltemperatur T, nach einander mit Massen q' q'' .... q_x, von Temperatur τ' τ'' .... τ_x mischen, wodurch allemal die gemeinschaftliche Temperatur τ entsteht ($\tau < T$, $\tau > \tau' > \tau'' > \ldots \tau_x$)

In allen diesen Fällen einerlei Moment der Wärmekraft $= f_x(d_x) - f_x(o) = N$, also in allen diesen Fällen auf Masseneinheit ausfallende Momente der Wärmekraft $= \frac{N}{q'}$, dann $= \frac{N}{q''}$, dann ...... $= \frac{N}{q_x}$.

Wenn q_x von τ_x Graden auf τ Grade erwärmt wird, und hierdurch das Volum von q_x um $\varphi(\tau - \tau_x)$ seines ursprünglichen Volums wächst, so ist:

$$\mathfrak{A}\,[f_x(d_x) - f_x(o)] = B\,[A\,(f_x(d_x) - f_x(o)) - \varphi(\tau - \tau_x)\,w_x\,q_x].$$

Tabellarische Uebersicht der zusammengehörigen Functionen, die sich auf die Temperaturzunahme am Calorimeter beziehen.

Im Folgenden werden die Ausdrücke bestimmt: $\frac{N}{\psi(\tau - \tau_x)}$, $\varphi(\tau - \tau_x)$, $f(\tau - \tau_x)$, und w_x.

Aus eigenen Versuchen erhielt ich: $= \frac{N}{\psi(\tau - \tau_x)} = \frac{N}{(\tau_x + 5)\,g}$.

Ausdehnung fester Körper, nach Lavoisier und Laplace. Sonderbare Bemerkungen hierbei.

Ausdehnung der Gase und Dämpfe, nach Gay Lussac und Dalton.

Ausdehnung tropfbarer Flüssigkeiten, nach Biot. $f(\tau - \tau_x) = G\,.\,(\tau - \tau_x)\,.\,\frac{V}{g}$,

$$\varphi(\tau - \tau_x) = \frac{a(\tau - \tau_x) + b(\tau^2 - \tau_x^2) + c(\tau^3 - \tau_x^3)}{1 + a\tau_x + b\tau_x^2 + c\tau_x^3},\quad w_x = \frac{1 + a\tau_x + b\tau_x^2 + c\tau_x^3}{\gamma}.$$

Moment der bedingenden Kraft bei Erwärmung von y° auf $(y+\triangle y)^{\circ}$.

Um Masse M von a° auf y° zu erwärmen, erforderlich ein Moment der Wärmekraft $Z = \frac{M\,.\,N}{\psi\,(\tau - a)} - \frac{M\,.\,N}{\psi\,(\tau - y)}$.

Einwürfe gegen den Eiscalorimeter des Lavoisier und Laplace.

Näher bestimmter Ausdruck für Wärmemoment und Brennstoffquantität, um M von a° auf y° zu erwärmen. Interessante Resultate hieraus, rücksichtlich der niedrigern und höhern Temperaturgrade. Verfertigung eines ächten Thermometers. Parallele zwischen Mechanifiziren und Calorifiziren.

Gleichungen zwischen Moment der bedingenden Kraft und Temperaturerhöhung.

Gemeinschaftlicher Wärmegrad y, entstehend aus Zusammengießen zweier gleichartiger Flüssigkeiten von verschiedener Temperatur, folgt aus

$$\psi\,(\tau - y) = \frac{\psi\,(\tau - a)\,.\,\psi\,(\tau - a')\,(M + M')}{M\,.\,\psi\,(\tau - a') + M'\,.\,\psi\,(\tau - a)}.$$

Abkühlen eines Körpers, und zugleich Erwärmen des ihn umgebenden Mittels, deutet auf wechselseitige Umstimmung des Typus zur Wärmeaction hin. Abkühlen in unbegrenzten Mitteln.

Mehr oder weniger Analogie mit dem Stoße, je nachdem unelastische oder elastische Körper.

$\log\,.\,(T - t_{o}) = \log\,.\,(T_{o} - t_{o}) - A\,.\,t$, Gleichung zwischen Temperatur des abkühlenden Körpers oder zwischen Abkühlungsperiode und zwischen Wärmekraft, welche diese Abkühlung bewirkt.

Erscheinungen der Wärmeaction in Distans, der sogenannten strahlenden Wärme. Wir nennen sie ein Lumicalorifiziren. Hier treten die Gesetze des Lumifizirens und Calorifizirens zugleich hervor. Lumifiziren mit oder ohne Lichterscheinung.

Das Calorifiziren nimmt ab durch Ausübung des mittheilenden Volumifizirens; das Lumifiziren erleidet durch Ausübung des mittheilenden Lumifizirens keine Veränderung. Eben so erschöpft sich durch Ausüben des Gravitirens der Körper nicht in der Action des Gravitirens.

Eine Digression über eine vergleichende Charakteristik des Lumifizirens und Gravitirens. Gravitationsgesetz a priori entwickelt.

Unausgesetztes Erwärmtwerden und Beleuchtetwerden unsers Planeten durch Sonne (Antagonismus . . . . .).

Tiefe Bedeutung der Ausdrücke: Licht der Erkenntniß; Wärme des Gefühls.

Entfaltung einiger verborgenen Beziehungen zwischen den Erscheinungen am Calorifiziren und jenen am Mechanifiziren.

Vorläufige Bemerkungen über die Vortheile und die Methode, den Geist aus Newtons analytischer Dynamik auf alle Erscheinungen überzutragen.

Unmittelbares Calorifiziren und Mechanifiziren, nicht gerade deren Manifestationen, das eigene und mittheilende Volumifiziren, das eigene und mittheilende Motuifiziren, sind dem Momente der Wärmekraft und jenem der mechanischen Kraft proportional.

So wie an zweien, in mechanischer Wechselwirkung stehenden Körpern, das eigene und mittheilende Motuifiziren sich beiderseits ändert; eben so ändert sich an zweien in calorifizirender Wechselwirkung stehenden Körpern, beiderseits das eigene und mittheilende Volumifiziren (wechselseitiges Abkühlen und Erwärmen).

Eigenes und mittheilendes Motuifiziren, und eben so eigenes und mittheilendes Volumifiziren, werden vermindert nicht blos durch wirklich erfolgtes mittheilendes Motuifiziren, und Volumiciren sondern auch durch bloße Manifestation des Strebens darnach.

Die Manifestationen des Mechanifizirens und Calorifizirens in A nehmen beständig ab, so lange B auf A bewegungsvermindernd oder abkühlend einwirkt; jenes Abnehmen hört auf, sobald des B Einwirkung aufhört, aber die Abnahme selbst dauert fort (wird nicht wieder ersetzt).

Wenn B auf A bewegungsvermindernd, aber nicht mechanisch einwirkt, und eben so B auf A volumsmindernd aber nicht abkühlend einwirkt, u. s. w.

Ersteres ist unmöglich, hingegen ist letzteres möglich, u. s. w.

Tabellarische Uebersicht obiger Zusammenstellungen.

Erhöhen der Temperatur durch Zusammenpressen u. s. w.

Die eigenthümliche Beschaffenheit der Körper bedingt sowohl beim Mechanifiziren als beim Calorifiziren, die Energie in der Wechselwirkung.

Mancherlei Temperaturerscheinungen hiernach begreiflich, wo eben so wenig eines *Wärmestoffes* als eines *Bewegungsstoffes* erwähnt wird.

Motuometer, Motuoskop, Thermometer, Thermoskop, Bewegungstemperatur.

Dynamische Erklärung der Ruhlandischen Versuche, und des verschiedenen Wärmegefühls bei einerlei Temperatur.

Sogenannte *Wärmekapazität*, und deren eigentliche Bedeutung.

Zweierlei Körper von gleichen Massenantheilen erlangen, durch *einerlei Moment der Wärmekraft, verschiedene Incremente an Temperatur*; und eben so erlangen zweierlei Körper von gleichen Massenantheilen, durch *einerlei Moment der mechanischen Kraft, verschiedene Incremente am Vermögen, die Bewegung eines dritten Körpers umzuändern.*

Gebundener Wärmestoff, zur Erklärung eben so unnütz, als *gebundener Bewegungsstoff.*

Was Wärmeleitung nach unserer dynamischen Wärmetheorie sey.

Wärmeleiter, Bewegungsleiter.

Temperatur irgend eines Punctes an einer Stange, welche an dem einen Endpuncte erhitzt wird, nach eingetretenem Beharrungsstande:

$$T = t_0 + G \cdot 10^{\frac{-x}{\log.\mathrm{nat}.10}\sqrt{\frac{A}{a}}} + H \cdot 10^{\frac{x}{\log.\mathrm{nat}.10}\sqrt{\frac{A}{a}}}$$

Wenn an Flüssigkeiten der Typus zur Contraction durch äußere Umstände höher geweckt ist, so neigt sich die Aeußerung des Calorifizirens mehr nach der Seite des *mittheilenden* Volumifizirens, als nach der Seite des *eigenen* Volumifizirens hin.

Verbrennungstheorie nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen. Manche kritische Nebenbemerkungen über die Methode des Naturstudiums.

Anzeige der Druckfehler in den Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.

Seite	Zeile	statt	lies
IV	34	fassende,	Fassende
VIII	6	eifrigen	einseitigem
XI	17	(Hang)	Hauy
3	25	sind,	haben
3	34	Haug	Hauy
13	5	krampfhafter	krankhafter
18	22	VI	IV
19	28	172, 171	172 : 171
22	3	Nagelflich	Nagelfluh
24	15	Tantaleum	Tantalum
33	8	Steinarten	Stierarten
34	4	(Haug)	(Hauy)
34	5	Haug's	Hauy's
55	10	Erze	Eye
59	26	ϱ	φ
59	26	Φ	φ
57	32	Davy's	Davy's
60	1	eingesetzter	ein Gesetz der
67	21	Haug's	Hauy
78	22	(citatricula)	(cicatricula)
83	27	m	m′
86	2	der Erde der Erde gewogen	der Erde gewogen
88	18	Axen	Axe
89	5	$p\,(A - r)$	$p\,(A + r)$
93	22	z'	x'
95	27	$(\varphi'$ (A′)	$(\varphi'\,(A')$
97	11	β	f'
101	14	0,3870981	0,3878981
105	3	b	c
105	11	wurde;	wurde);
105	17	Axen	Axe
109	2	will.	will?
127	23	mechanischen	chemischen
127	30	e	c
140	3	V' zu v'	V' zu v')
140	29	C' und C'	C' und c'
143	9	$\varphi\,(M', A', C', c')$	$\varphi\,(M', N', C', c')$
160	33	$M', V' + (1 + 2\,C'\,c')$	$M', V'\,(1 + 2\,C'\,c')$
163	27	Vergleichung	Verglasung
166	13	Wasser	Massen
176	6	chemischen	atomistischen
176	30	zurückführen	zurück zu führen
180	11	wärmeren	wärmere
186	33	$c : C = nw : mW$	$c : C = Wn : wm$
187	1	$C = \frac{wcn}{Wn}$ und $c = \frac{WCn}{m}$	$C = \frac{wcm}{Wn}$ und $c = \frac{WCn}{wm}$
191	21	in der	(in der

Seite 197 Zeile 18 statt t lies t

— 197 — 27 — Action (als lies Action) als

— 201 — 12 — $\frac{a_x}{W_x}$ lies $\frac{\alpha_x}{W_x}$

— 201 — 15 — $\frac{\alpha x}{W}$ lies $\frac{\alpha_x}{W_x}$

— 203 — 16 — $-\varphi(\tau - a) + \varphi(\tau - y))$ lies $-(\varphi(\tau - a) - \varphi(\tau - y))\, w_x)$

— 203 — 17 — A, U) lies A, U, w_x)

— 222 — 23 — §. 233 lies §. 235 1tens

— 232 — 28 — ABCD lies Körper ABCD

— 237 — 24 — Lichttheilchens lies Lufttheilchens

— 240 — 24 — gegen den lies (Fig. V.) gegen den

— 243 — 18 — Lufterscheinung lies Lichterscheinung

— 246 — 8 — ab lies ab′

— 251 — 7 — $< \delta' = b < \delta$ lies $\sin \delta' = b \sin \delta$

— 252 — 9 — Beziehung (auf lies Beziehung auf

— 252 — 33 — $\sin \delta'' = a < \delta$ und $< \delta' = b < \delta$ lies $\sin \delta'' = a \sin \delta$ und $\sin \delta' = b \sin \delta$

— 260 — 21 $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)$ lies $f_\delta\left(\frac{\pi}{2}\right) - f_\delta(o)$

— 261 — 1 — α'' und α lies α und α

— 263 — 1. — a lies á

— 269 — 13 — $\frac{C^2}{1 - C^2_\beta}$ lies $\frac{C^2_\beta}{1 - C^2_\beta}$

— 269 — 17 — Größen: durch das konstante Brechungsverhältniß C_α lies durch das konstante Brechungsverhältniß C_β an derselben Modification β, durch das konstante Brechungsverhältniß C_α ....

— 295 — 26 — ist (die Anomalien vom normalen Typus sind um so unmerklicher) auf lies: ist. Die Anomalien vom normalen Typus sind um so unmerklicher, auf

— 322 — 25 — Vor Anfang dieses Paragraphs ist die eingeschobene Abhandlung von § 297 an, zu Ende, welches durch das Zeichen: ———, hätte angezeigt werden sollen.

— 345 — 13 — Enthaltung lies Entfaltung

— 346 — 8 — Enthaltung — Entfaltung

— 362 — 26 — (S. 160) — (S. 166)

— 371 — 31 — Haug lies Hauy

— 378 Zwischen Zeile 25 und 26 soll folgen: § 114 Kepplers Gesetze

— 381 Zwischen Zeile 23 und 24 soll folgen: § 162 Oerstedts Ansichten

— 381 Zeile 24 statt § 162 lies § 163

— 381 — 26 — § 163 Hier folgt lies Hier folgt.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Buquoy, Georg <<von>>,

Die Fundamentalgesetze an den Erscheinungen der Wärme empirisch begründet, und deren Bedeutung nach dynamisch-mathematischen Ansichten im Geiste hervorgerufen, ohne Annahme eines Wärmestoffes

Leipzig 1819

4 Phys.g. 24 n-1/3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10057700-5